



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1902717 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200480039399.9

代理人 王永建

(22) 申请日 2004.10.14

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01B 11/06 (2006.01)

60/516,007 2003.10.31 US

10/746,800 2003.12.26 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.06.29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/034073 2004.10.14

(87) PCT申请的公布数据

W02005/045855 EN 2005.05.19

(73) 专利权人 ADC 公司

地址 美国科罗拉多

(56) 对比文件

CN 1444233 A, 2003.09.24, 全文.

CN 2484621 Y, 2002.04.03, 全文.

US 6222130 B1, 2001.04.24, 全文.

US 6506976 B1, 2003.01.14, 全文.

CN 1449569 A, 2003.10.15, 全文.

US 6248954 B1, 2001.06.19, 全文.

WO 0141158 A1, 2001.06.07, 全文.

US 5789711 A, 1998.08.04, 全文.

EP 1215688 A1, 2002.06.19, 全文.

审查员 赵露泽

(72) 发明人 罗伯特·肯尼 斯图尔特·里夫斯

基思·福特 约翰·W·格罗什

斯普林·斯图茨曼 罗杰·安德森

戴维·维克霍斯特

弗雷德·约翰斯顿

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

权利要求书 3 页 说明书 23 页 附图 16 页

(54) 发明名称

偏置填料以及包括所述偏置填料的电缆和电缆组

(57) 摘要

本发明涉及由绞合导线对制成的电缆。更具体地说,本发明涉及用于高速数据通讯应用的绞合线对通讯电缆。包括至少两个导线的绞合线对沿大致纵向轴线延伸,并带有围绕每个导线的绝缘体。所述导线沿轴线大致纵向绞合。电缆包括至少两个绞合线对和填料。至少两个电缆以至少预定距离沿大致平行轴线布置。电缆被构造为除了其它功能外通过限制沿预定距离的阻抗偏差、信号衰减和外部串扰中的至少一部分来高效、准确地传输高速数据信号。

1. 一种电缆填料,包括:

基体部分,其形成多个区域,所述区域中的每一个被构造为选择性地接收导线绞合线对,所述基体部分的所述区域由从所述基体部分的中心径向延伸的多个腿限定,所述多个腿包括多个较长腿和多个较短腿,所述多个较长腿包括至少一个长度至少大约等于被选择性地接收的绞合线对的直径的腿;

第一延伸部,其从一个较长腿径向向外延伸;以及

第二延伸部,其从另一个较长腿径向向外延伸;

其中所述第一延伸部比所述第二延伸部更远离所述基体部分的中心。

2. 如权利要求 1 所述的电缆填料,其特征在于,所述电缆填料沿大致纵向轴线在至少预定距离上螺旋式扭绞。

3. 如权利要求 2 所述的电缆填料,其特征在于,所述电缆填料的填料绞距在所述预定距离上变化。

4. 如权利要求 1 所述的电缆填料,其特征在于,所述基体部分包括被构造为适配地容纳被选择性地接收的绞合线对的弯曲边缘。

5. 如权利要求 1 所述的电缆填料,其特征在于,所述延伸部具有用于接收护套的弯曲外边缘。

6. 如权利要求 1 所述的电缆填料,其特征在于,所述第一延伸部和所述第二延伸部具有不同的横截面面积。

7. 如权利要求 1 所述的电缆填料,其特征在于,所述电缆填料被构造为用于沿至少预定距离与第二电缆填料相邻地布置,并且其中所述电缆填料沿所述第二电缆填料在至少所述预定距离上扭绞。

8. 如权利要求 7 所述的电缆填料,其特征在于,所述电缆填料沿着所述预定距离在任何点处以不同于所述第二电缆填料的填料绞距扭绞。

9. 如权利要求 8 所述的电缆填料,其特征在于,所述被选择性接收的绞合线对中的任何一个具有不大于第二电缆填料的被选择性接收的绞合线对的一个绞距的绞距。

10. 如权利要求 7 所述的电缆填料,其特征在于,所述电缆填料和所述第二电缆填料以不同的填料绞距扭绞,以使得所述电缆填料和所述第二电缆填料的被选择接收的各绞合线对具有不同的合成绞距。

11. 如权利要求 1 所述的电缆填料,其特征在于,所述第一延伸部与所述中心之间的距离大约为所述第二延伸部与所述中心之间的距离的两倍。

12. 一种电缆,包括:

至少两个导线绞合线对;

绝缘填料,其包括一基体部分和至少一个延伸部,所述基体部分包括多个腿,至少一个腿的长度至少大约等于所述绞合线对的直径,所述多个腿限定出穴,所述导线绞合线对通过所述穴定位,所述至少一个延伸部从其中一个腿以至少预定尺寸径向向外延伸;以及

围绕所述导线绞合线对和所述填料的护套,所述填料的至少一个延伸部沿着一段长度的电缆在所述护套的外部形成脊部。

13. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述绝缘填料包括第二延伸部,所述第二延伸部从所述基体部分的另一个腿径向向外延伸。

14. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述绝缘填料包括第二延伸部,所述第二延伸部沿径向越过所述导线绞合线对。

15. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述电缆还包括与所述基体部分分开的不同填料。

16. 如权利要求 15 所述的电缆,其特征在于,所述不同填料围绕所述护套的外部缠绕。

17. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述绞合线对在至少预定长度上彼此相对地螺旋式绞合。

18. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述填料在至少预定长度上螺旋式绞合,其中所述填料的绞距在所述预定长度上变化。

19. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述基体部分包括被构造为适配地容纳所述绞合线对的弯曲边缘。

20. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述绞合线对包括较长绞距的绞合线对和较短绞距的绞合线对。

21. 如权利要求 20 所述的电缆,其特征在于,所述基体部分包括至少两个腿,该至少两个腿中的每一个具有不同长度的延伸部,所述较长绞距的绞合线对被布置成更靠近最长延伸部,而所述较短绞距的绞合线对被布置成较不靠近所述最长延伸部。

22. 如权利要求 20 所述的电缆,其特征在于,所述基体部分包括至少两个腿,该至少两个腿中的每一个具有呈不同横截面面积的延伸部,所述较长绞距的绞合线对被布置成更靠近最大延伸部,而所述较短绞距的绞合线对被布置成较不靠近所述最大延伸部。

23. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述电缆符合用于第 5 类、第 5e 类和第 6RJ-45 类电缆中的至少一个的工业尺寸标准。

24. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,选择性地接收气体的空隙在预定距离上小于所述电缆的横截面面积和所述电缆的体积中的至少一个的大约 10%。

25. 如权利要求 24 所述的电缆,其特征在于,所述气体为空气。

26. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述填料、所述护套和每一个所述绞合线对的绝缘体的电介质相对于彼此的介电常数之间的差均在大约 1 个介电常数的范围内。

27. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述护套将所述绞合线对彼此相对地固定就位。

28. 如权利要求 27 所述的电缆,其特征在于,所述护套包括内部护套和外部护套,其中所述填料、所述内部护套和所述绞合线对的绝缘体的电介质相对于彼此的介电常数之间的差均在大约 1 个介电常数的范围内。

29. 如权利要求 27 所述的电缆,其特征在于,当所述填料沿大致纵向轴线螺旋式旋转时,所述绞合线对之间的距离变化不超过 0.01 英寸。

30. 如权利要求 12 所述的电缆,其特征在于,所述至少一个延伸部中的每一个以至少所述预定尺寸越过所述绞合线对中的至少一个的横截面区域的外边缘延伸。

31. 一种电缆组,包括第一电缆和第二电缆,所述第一电缆和第二电缆为如权利要求 12 所述的电缆,其中:

所述第一电缆包括绞合线对、偏置填料和护套;

i) 其中所述绞合线对中的每一个包括至少两个沿纵向轴线延伸的导线和围绕所述导

线中的每一个的绝缘体,所述导线沿所述轴线以一绞距大致纵向地绞合,所述绞合线对具有大致不同的绞距;

ii) 其中所述护套围绕所述绞合线对和所述偏置填料;以及

iii) 其中所述偏置填料在所述护套中形成一螺旋状脊部;

所述第二电缆包括绞合线对、偏置填料和护套;

i) 其中所述绞合线对中的每一个包括至少两个沿纵向轴线延伸的导线和围绕所述导线中的每一个的绝缘体,所述导线沿所述轴线以一绞距大致纵向地绞合,所述绞合线对具有大致不同的绞距;

ii) 其中所述护套围绕所述绞合线对和所述偏置填料;以及

iii) 其中所述偏置填料在所述护套中形成一螺旋形脊部;

所述第一和第二电缆沿大致平行轴线以至少预定距离布置,所述第一和第二电缆沿着其部分螺旋形脊部彼此接触,以在所述第一和第二电缆之间形成气穴。

32. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,所述电缆沿着所述预定距离在任何点处以不同的电缆绞距独立旋转。

33. 如权利要求 32 所述的电缆组,其特征在于,所述电缆绞距彼此之间的变化不小于一预定量,以使得所述电缆的相应绞合线对具有不同的合成绞距。

34. 如权利要求 32 所述的电缆组,其特征在于,第一电缆的所述绞合线对的所述绞距中的每一个在所述预定距离上不大于第二电缆的所述绞合线对的所述绞距中的一个。

35. 如权利要求 32 所述的电缆组,其特征在于,所述电缆以不同的电缆绞距旋转,从而使得所述电缆的绞合线对中的每一个的每个所述绞距在所述预定距离上保持在独立的范围内。

36. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,所述第一和第二电缆被螺旋式地绞合在一起。

37. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,每个所述电缆的偏置填料沿所述轴线以一填料绞距旋转,以使得所述电缆的所述填料绞距不同。

38. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,每个所述偏置填料以至少预定尺寸越过所述绞合线对的横截面区域延伸。

39. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,选择性地接收气体的空隙在所述预定距离上小于所述电缆的横截面面积和所述电缆的体积中的至少一个的大约 10%。

40. 如权利要求 39 所述的电缆,其特征在于,所述气体为空气。

41. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,所述偏置填料、所述护套和所述绝缘体的电介质相对于彼此的介电常数之间的差均在大约 1 个介电常数的范围内。

42. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,所述偏置填料和所述护套被布置成使得当所述绞合线对沿所述预定距离螺旋式旋转时,所述绞合线对之间的距离变化不超过 0.01 英寸。

43. 如权利要求 31 所述的电缆组,其特征在于,每个电缆的所述偏置填料包括第一延伸部和第二延伸部,所述第一延伸部长于所述第二延伸部,并且较长绞距的绞合线对被布置成更靠近所述第一延伸部,而较短绞距的绞合线对被布置成更靠近所述第二延伸部。

偏置填料以及包括所述偏置填料的电缆和电缆组

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求 2003 年 10 月 31 日提交的标题为“具有偏置填料的电缆”（序列号 60/516, 007）的临时申请的优先权，其内容整体地结合于此作为参考。本申请与标题为“利用变化的绞距结构使外部串扰最小化的电缆”的申请相关，并且其与本申请在同一日提交。

技术领域

[0003] 本发明涉及由绞合导线对制成的电缆。更具体地说，本发明涉及用于高速数据通信应用的绞合线对（双扭线）电缆。

背景技术

[0004] 随着电脑在通信应用中广泛以及日益增多的使用，随之产生的数据通信业务量更突出了通信网高速传输数据的必要。此外，技术的进步已经促进了高速通讯装置的设计和推广应用，所述高速通讯装置能够以高于传统数据传输电缆传输数据所用速度的速度对数据进行传输。因此，诸如局域网（LAN）群的典型通讯网络的数据传输电缆限制了数据在通讯装置之间流动的速度。

[0005] 为了在通讯装置之间传输数据，许多通讯网络使用了包括绞合导线对（也被称作“绞合线对”或“线对”）的传统电缆。典型的绞合线对包括两个沿纵向轴线绞合在一起的绝缘导线（或导体）。

[0006] 双扭线电缆必须满足特定的性能标准，以便有效、准确地在通讯装置之间传输数据。如果电缆不能至少满足这些标准，它们的信号完整性将会受到损害。工业标准规定了电缆的外形尺寸、性能和安全性。例如，在美国，电子工业协会 / 电信工业协会（EIA/TIA）提供了有关数据传输电缆的性能规范的标准。一些其他国家也采用这些或类似的标准。

[0007] 根据所采用的标准，利用包括尺寸特性、互用性、阻抗、衰减和串扰在内的一些参数来评价双扭线电缆的性能。所述标准要求电缆在一定的参数范围内工作。例如，对于许多双扭线电缆类型来说，最大的平均电缆外径被规定为 0.250 英寸。所述标准还要求电缆在一定的电气范围内工作。参数边界的范围根据电缆待传输信号的属性而改变。一般而言，随着数据信号速度的增大，该信号变得对来自电缆的不希望的影响，例如阻抗、衰减和串扰的影响更为敏感。因此，高速信号要求更好的电缆性能，以便保持足够的信号完整性。

[0008] 对阻抗、衰减和串扰的探讨将有助于说明传统电缆的局限性。所列举的第一个参数阻抗为对电信号流动的总阻力的测量单位，其以欧姆表示。电阻、电容和电感均对电缆绞合线对的阻抗具有影响。理论上，绞合线对的阻抗与来自导体效应的电感成正比，并与来自绝缘体效应的电容成反比。

[0009] 阻抗还可以定义为截断数据的最佳“路径”。例如，如果信号以 100 欧姆的阻抗传输，重要的是，传输该信号所用的电缆也具有 100 欧姆的阻抗。沿着电缆的任一点处的该阻抗匹配的任何偏差均将导致部分传输信号朝向电缆的传输端反射回去，从而使传输信号削弱。由于信号反射所引起的这种削弱被称为回波损耗。

[0010] 由于许多原因产生了阻抗偏差。例如, 绞合线对的阻抗受到该绞合线对的物理和电气特性的影响, 包括: 靠近每个导线的材料的介电性能; 导线的直径; 围绕导线的绝缘材料的直径; 导线之间的距离; 绞合线对之间的关系; 绞合线对绞距或捻距 (完成一个绞合周期的距离); 总电缆绞距; 以及围绕绞合线对的护套的紧密度。

[0011] 因为绞合线对的上列属性很容易沿其长度变化, 因此绞合线对的阻抗可能沿所述线对的长度发生偏差。阻抗在绞合线对的物理属性发生变化的任意一点处发生偏差。例如, 仅增大绞合线对的导线之间的距离就会引起阻抗偏差。在绞合线对之间距离增大的位置处, 阻抗将增大, 因为阻抗与绞合线对的导线之间的距离成正比。

[0012] 阻抗方面的变化越大, 信号削弱越严重。因此, 一般使沿电缆长度的容许阻抗变化量标准化。特别是, 用于电缆性能的 EIA/TIA 标准要求电缆的阻抗只在有限的数值范围内变化。典型地, 这些范围已经考虑到了阻抗方面充足的变化量, 因为已经在这些范围内保持了传统数据信号的完整性。然而, 因为当高速信号传输时, 阻抗变化的不希望的影响被突出, 同样的阻抗变化范围危害了高速信号的完整性。因此, 沿电缆长度严格控制阻抗变化量有助于精确、有效传输高速信号 (诸如具有接近和超过 10 千兆比特 / 秒的集合速度的信号)。特别是, 电缆的后期制造操作 (诸如使电缆绞合) 不应当将明显的阻抗失配引入电缆中。

[0013] 对评价电缆性能有用的所列第二个参数为衰减。衰减表示当电信号沿导线长度传输时的信号损失。信号如果衰减过多将会变得对接收装置来说不可识别。为了确保这种情况不会发生, 标准委员会已经在可接受的损失数值基础上确定了极限值。

[0014] 信号的衰减取决于一些因素, 包括: 围绕导线的材料的介电常数; 导线的阻抗; 信号频率; 导线的长度; 以及导线的直径。为了有助于确保可接受的衰减水平, 所采用的标准对这些因素中的一些进行调节。例如, EIA/TIA 标准限定了用于绞合线对的导线的容许尺寸。

[0015] 围绕导线的材料影响信号衰减, 因为具有较好介电性质的材料 (例如, 较小的介电常数) 倾向于使信号损失最小化。因此, 许多传统电缆使用诸如聚乙烯和氟化乙丙烯 (FEP) 的材料来隔离导线。这些材料通常提供比诸如聚氯乙烯 (PVC) 的具有较高介电常数的其它材料更小的介电损耗。另外, 一些传统电缆已经通过使围绕绞合线对的空气量最大化而设法减少信号损失。空气由于其低的介电常数 (1.0) 而成为克服信号衰减的优良绝缘体。

[0016] 护套的材料也影响衰减, 尤其是当电缆包含内屏蔽件时。与传统电缆一起使用的典型护套材料倾向于具有更大的介电常数, 其可导致更大的信号损失。因此, 许多传统电缆使用“松套管”结构, 其有助于使护套和未屏蔽的绞合线对隔开。

[0017] 影响电缆性能的内列第三个参数为串扰 (或串音)。串扰表示由于绞合线对之间的电容和电感耦合而引起的信号恶化 / 降质。每个使用中的绞合线对在其导线周围自然地产生电磁场 (统称为“场”或“干扰场”)。这些场又被称为电噪音或电干扰, 因为该场可以不希望地影响沿其它紧邻导线传输的信号。该场典型地从源导线在有限距离内向外辐射。场强度随着场距源导线的距离的增加而减弱。

[0018] 干扰场产生了多种不同类型的串扰。近端串扰 (NEXT) 是电缆传输端附近的绞合线对之间的信号耦合的量度。在电缆的另一端, 远端串扰 (FEXT) 是电缆接收端附近位置处

的绞合线对之间的信号耦合的量度。功率总串扰表示可能影响信号的电缆实体内部的所有电噪声源之间的信号耦合的量度,所述电缆实体包括多对工作的绞合线对。外部串扰指不同电缆的绞合线对之间的信号耦合的量度。换句话说,第一电缆的特定绞合线对上的信号可以受到来自紧邻的第二电缆的绞合线对的外部串扰的影响。外部功率总串扰(APSNEXT)表示在可能影响信号的电缆外部的所有噪声源之间的信号耦合的量度。

[0019] 电缆的绞合线对及其彼此关系的物理特性有助于确定电缆控制串扰影响的能力。更具体地说,存在一些已知影响串扰的因素,包括:绞合线对之间的距离;绞合线对的绞距;所用材料的类型;所用材料的一致性;以及彼此之间具有不同绞距的绞合线对的布置。就电缆的绞合线对之间的距离而言,众所周知,电缆内部的串扰影响在绞合线对之间的距离增大时减小。基于这一知识,一些传统电缆已经设法使每根特定电缆的绞合线对之间的距离最大化。

[0020] 就绞合线对的绞距而言,通常所知的是,具有相似绞距的绞合线对(即,平行绞合线对)对串扰比非平行绞合线对更为敏感。存在这种对串扰增加的敏感度,因为由第一绞合线对产生的干扰场被定向为容易影响其它绞合线对的方向,所述其它绞合线对平行于所述第一绞合线对。基于这一知识,许多传统电缆已经通过利用非平行绞合线对或者沿单个绞合线对的长度改变其绞距来设法减小内部电缆串扰。

[0021] 通常所知的还有,具有长绞距(松扭绞率)的绞合线对比具有短绞距的绞合线对更容易受到串扰的影响。具有较短绞距的绞合线对使它们的导线以比长绞距绞合线对的导线更为远离平行方向的角度布置。从平行方向增大的角距离减小了绞合线对之间的串扰影响。另外,较长绞距的绞合线对造成在线对之间发生更多的嵌套,从而形成了绞合线对之间的距离减小的位置。这进一步降低了线对抵抗噪音迁移的能力。因此,长绞距绞合线对对包括外部串扰的串扰影响比短绞距绞合线对更为敏感。

[0022] 基于这一知识,一些传统电缆已经通过将长绞距线对在电缆护套内部布置成最大程度地分开来设法减小长绞距绞合线对之间的串扰影响。例如,在4线对电缆中,具有较长绞距的两个绞合线对将被布置成彼此最大程度地分开(对角地),以便使它们之间的距离最大化。

[0023] 考虑到上述电缆参数,许多传统电缆已经设计为通过控制已知影响这些性能参数的一些因素来调节单个电缆内部的阻抗、衰减以及串扰的影响。因此,传统电缆已经达到了仅足够用于传输传统数据信号的性能水平。然而,随着新兴的高速通讯系统以及装置的推广,传统电缆的缺陷很快变得明显起来。传统电缆不能精确、高效地传输新兴通讯装置所使用的高速数据信号。如上所述,高速信号对由于衰减、阻抗失配以及包括外部串扰在内的串扰引起的信号恶化更为敏感。此外,高速信号由于在信号导线周围产生较强的干扰场而自然地加剧了串扰影响。

[0024] 由于在高数据率下产生增强的干扰场,外部串扰的影响对高速数据信号的传输来说变得更为显著。尽管传统电缆在传输传统数据信号时能够忽略外部串扰的影响,但是用于控制传统电缆内部的串扰的方法不能提供足够的隔离水平,以保护电缆免受高速信号的导线对之间的电缆外部串扰的影响。此外,一些传统电缆已经采用了能够确实起作用以提高它们的绞合线对对外部噪音的暴露量的设计。例如,典型的星形填料电缆通过减小它们的护套厚度以及推动它们的绞合线对更接近护套表面而通常保持相同的电缆直径,从而通

过将紧邻的传统电缆的绞合线对更为靠拢而使外部串扰的影响变得更加恶化。

[0025] 功率总串扰的影响同样在较高的数据传输速率下增大。诸如 10 兆比特 / 秒和 100 兆比特 / 秒的以太网信号的传统信号一般只使用两对用于通过传统电缆传输的绞合线对。然而,更高速度的信号要求增大的带宽。因此,诸如 1 千兆比特 / 秒和 10 千兆比特 / 秒的以太网信号的高速信号通常以全双工模式(在绞合线对上进行双路传输)在两对以上的绞合线对上传输,从而增加了串扰源的数目。因此,传统电缆不能克服由高速信号产生的功率和串扰的增强的影响。更重要的是,传统电缆不能克服电缆对电缆串扰(外部串扰)的增加,由于相邻电缆的所有绞合线对均可能是工作的,因此该串扰实质上增加了。

[0026] 同样地,其它传统技术在应用于高速通讯信号时也是无效的。例如,如上所述,一些传统的数据信号一般只需要两对用于有效传输的绞合线对。在这种情况下,通信系统通常能够预测出一对绞合线对的信号对另一对绞合线对的信号的干涉。然而,由于使用了更多的传输用绞合线对,复合的高速数据信号产生了更多的噪音源,其影响极少能够预测出来。因此,用于抵消可预测噪声效应的常规手段不再有效。对于外部串扰来说,因为其它电缆的信号通常不可知或不可预测,所以可预测性手段尤为无效。此外,试图预测相邻电缆上的信号及其耦合效应均是不切实际和困难的。

[0027] 由于高速信号所产生的增强的串扰影响在信号沿传统电缆传输时对所述信号完整性提出了严峻的问题。特别是,因为常规电缆传统上致力于控制内部电缆串扰并且未设计成用于足够地抵抗由高速信号传输产生的外部串扰影响,所以高速信号将不可接受地被外部串扰的影响所衰减和恶化。

[0028] 传统电缆已经使用了传统技术来减小绞合线对之间的电缆内部串扰。然而,传统电缆未将那些技术应用于相邻电缆之间的外部串扰。其中一个原因在于,传统电缆已经能够满足用于减缓传统数据信号的规范,而不需要考虑控制外部串扰。另外,抑制外部串扰比控制内部电缆串扰更为困难,因为与来自自己知源的内部电缆串扰不同,外部串扰不能准确地测量或预测。外部串扰很难测量,因为其典型地由以不可预知的距离相隔的未知源产生。

[0029] 因此,传统的敷设电缆的技术未能成功地用于控制外部串扰。此外,许多传统技术不能很容易地用于控制外部串扰。例如,数字信号处理已经被用于抵消或补偿内部电缆串扰的影响。然而,因为外部串扰很难测量或预测,已知的数字信号处理技术不能低成本地应用。因此,在传统电缆中不能控制外部串扰。

[0030] 简而言之,传统电缆不能有效、准确地传输高速数据信号。特别是,传统电缆未提供用于阻抗失配、衰减和串扰的防护及隔离的足够水平。例如,电气与电子工程师协会(IEEE)预测,为了有效传输频率为 100 兆赫(MHz)的 10 千兆比特信号,电缆必须提供至少 60dB 的隔离度,以克服电缆(诸如相邻电缆)外部的噪声源。然而,绞合导线对的传统电缆典型地提供远小于 100MHz 的信号频率所需的 60dB 的隔离度,其通常在 32dB 左右。所述电缆发射出九倍于在 100 米电缆介质上用于 10 千兆比特传输所规定的噪音。因此,传统的双扭线电缆不能精确或高效地传输高速通信信号。

[0031] 虽然其它类型的电缆已经获得了 100MHz 频率下的 60dB 以上的隔离度,但是这些类型的电缆具有使它们不宜在许多通信系统、诸如局域网群中使用的缺陷。屏蔽双扭线电缆或光纤电缆可以获得用于高速信号的足够隔离水平,但是这些类型的电缆比无屏蔽的绞合线对的成本高出很多。无屏蔽系统典型地可显著节约成本,该节约增大了对用作传导介

质的无屏蔽系统的需要。此外,传统的无屏蔽双扭线电缆在现有的大量通信系统中为大家所公认。希望无屏蔽双扭线电缆能够高效、准确地传输高速通信信号。特别是,希望无屏蔽双扭线电缆获得在通过电缆进行高效传输期间足以保持高速数据信号的完整性的性能参数。

发明内容

[0032] 本发明涉及由绞合导线对制成的电缆。更具体地说,本发明涉及用于高速数据通信应用的绞合线对(双扭线)通信电缆。绞合线对包括至少两个沿大致纵向轴线延伸的导线,并带有围绕每个导线的绝缘体。所述导线沿该轴线大致纵向绞合。该电缆包括至少两个绞合线对和填料(filler)。至少两个所述电缆沿大致平行轴线以至少预定距离布置。电缆被构造为除了其它功能外通过限制沿预定距离的阻抗偏差、信号衰减和外部串扰中的至少一部分(subset)来高效、准确地传输高速数据信号。

附图说明

[0033] 现在将参照附图以举例的方式对本发明的电缆的一些实施例进行描述,其中:

[0034] 图 1 示出了包括两个彼此相邻地纵向布置的电缆的电缆组的透视图。

[0035] 图 2 示出了露出剖面的一电缆的实施例的透视图。

[0036] 图 3 为一绞合线对的透视图。

[0037] 图 4A 示出了根据本发明第一实施例的电缆的放大横截面视图。

[0038] 图 4B 示出了根据本发明第二实施例的电缆的放大横截面视图。

[0039] 图 4C 示出了根据本发明第三实施例的电缆的放大横截面视图。

[0040] 图 4D 示出了根据图 4A 的电缆及填料与第二填料相结合的放大横截面视图。

[0041] 图 5A 示出了根据本发明第一实施例的填料的放大横截面视图。

[0042] 图 5B 示出了根据本发明第三实施例的填料的放大横截面视图。

[0043] 图 6A 示出了根据本发明第一实施例在接触点处接触的相邻电缆的横截面视图。

[0044] 图 6B 示出了位于不同接触点处的图 6A 的相邻电缆的横截面视图。

[0045] 图 6C 示出了被气穴隔离的图 6A 的相邻电缆的横截面视图。

[0046] 图 6D 示出了被另一气穴隔离的图 6A 的相邻电缆的横截面视图。

[0047] 图 7 为根据第一替换实施例的纵向相邻电缆的横截面视图。

[0048] 图 8 为采用图 4D 的布置的纵向相邻电缆及填料的横截面视图。

[0049] 图 9A 为绞合相邻电缆的第三实施例的横截面视图,该电缆被构造为使电缆的长绞距绞合线对隔开。

[0050] 图 9B 为图 9A 的绞合相邻电缆位于沿其纵向延伸部分的不同位置处的另一横截面视图。

[0051] 图 9C 为图 9A-9B 的绞合相邻电缆位于沿其纵向延伸部分的不同位置处的另一横截面视图。

[0052] 图 9D 为图 9A-9C 的绞合相邻电缆位于沿其纵向延伸部分的不同位置处的另一横截面视图。

[0053] 图 10 示出了根据另一实施例的电缆的放大横截面视图。

[0054] 图 11A 示出了根据本发明第三实施例的相邻电缆的放大横截面视图。

[0055] 图 11B 示出了图 11A 的相邻电缆的放大横截面视图,其中对每一相邻电缆施加螺旋绞合。

[0056] 图 12 示出了应用于根据一个实施例的电缆 120 的一段长度上的扭绞率(或绞合度)的变化图。

具体实施方式

[0057] I. 元件及定义介绍

[0058] 本发明总体上涉及构造为精确、高效地传输高速数据信号、例如接近和超过数据速率为 10 千兆比特/秒的数据信号的电缆。特别是,该电缆可以被构造为在保持数据信号的完整性的同时高效地传输高速数据信号。

[0059] A. 电缆组视图

[0060] 现在参考附图,图 1 示出了总体上以 100 表示的电缆组的透视图,其包括两个通常沿平行轴线或纵向彼此相邻布置的电缆 120。电缆 120 被构造为在电缆 120 之间产生接触点 140 和气穴 160。如图 1 所示,电缆 120 可以围绕其自身的纵轴独立地扭绞。电缆 120 可以不同的扭绞率(twist rate)旋转。另外,每个电缆 120 的扭绞率可以沿电缆 120 的纵向长度变化。如上所述,扭绞率可以由一完整的扭绞周期的距离来测量,所述距离被称作绞距(lay length)。

[0061] 电缆 120 包括沿其外边缘的凸出点或凸出位置,其被称作脊部 180。电缆 120 的扭转使脊部 180 沿每个电缆 120 的外边缘螺旋式(或成螺旋形)地旋转,从而导致沿着纵向延伸的电缆 120 的不同位置处的气穴 160 和接触点 140 的形成。脊部 180 有助于使电缆 120 之间的距离最大化。特别是,绞合电缆 120 的脊部 180 有助于防止电缆 120 嵌套在一起。电缆 120 仅在其脊部处接触,该脊部 180 有助于增大电缆 120 的绞合导线对 240(未显示;参见图 2)之间的距离。在沿着电缆 120 的非接触位置处,气穴 160 形成于电缆 120 之间。与脊部 180 类似,气穴 160 有助于增大电缆 120 的绞合导线对 240 之间的距离。

[0062] 通过使铠装电缆 120 之间的距离最大化(部分地通过扭绞旋转),电缆 120 之间的干涉、尤其是外部串扰的影响被降低。如前面所提到,电容以及电感干扰场为人们所知由沿电缆 120 传输的高速数据信号发出。场强度随着数据传输速度的增加而增大。因此,电缆 120 通过增大相邻电缆 120 之间的距离使干扰场的影响最小化。例如,电缆 120 之间增大的距离有助于减小电缆 120 之间的外部串扰,因为外部串扰的影响与距离成反比。

[0063] 尽管图 1 示出了两个电缆 120,但是电缆组 100 可以包括任何数量的电缆 120。电缆组 100 可以包括单个电缆 120。在一些实施例中,两个电缆 120 以至少预定距离大致沿平行的纵向轴线布置。在其它实施例中,两个以上的电缆 120 以至少该预定距离大致沿平行的纵向轴线布置。在一些实施例中,预定距离的长度为 10 米。在一些实施例中,相邻电缆 120 独立地扭绞。在其它实施例中,电缆 120 绞合在一起。

[0064] 电缆组 100 可用于多种通信应用中。电缆组 100 可以被构造为在诸如局域网(LAN)群的通信网络中使用。在一些实施例中,电缆组 100 被构造为用作横向网络电缆或网络群中的主干电缆。包括它们的各自扭绞率在内的电缆 120 的结构将在下面进行进一步解释。

[0065] B. 电缆视图

[0066] 图 2 示出了露出剖面的电缆 120 的实施例的透视图。电缆 120 包括被构造为隔开多个绞合导线对 240 (也称作“绞合线对 240”,“线对 240”和“成缆实施例 240”) 的填料 200, 所述绞合线对包括绞合线对 240a 和绞合线对 240b。填料 200 大致沿纵向轴线、例如绞合线对 240 中的一个的纵向轴线延伸。护套 260 围绕着填料 200 和绞合线对 240。

[0067] 绞合线对 240 可以围绕各自的纵向轴线独立并螺旋式地绞合。绞合线对 240 可以通过在特定纵向距离上以通常不同的扭绞率、即不同的绞距扭转而彼此不同。在图 2 中, 绞合线对 240a 比绞合线对 240b 更紧密地绞合 (即, 绞合线对 240a 比绞合线对 240b 具有更短的绞距)。因此, 绞合线对 240a 可以说具有短绞距, 并且绞合线对 240b 具有长绞距。由于具有不同的绞距, 绞合线对 240a 和绞合线对 240b 使得已知易于承载串扰噪音的平行交叉点的数量最小化。

[0068] 如图 2 中所示, 电缆 120 包括当所述电缆 120 围绕纵向轴线扭绞时旋转的螺旋式旋转的脊部 180。电缆 120 可以多种电缆绞距围绕纵向轴线绞合。应指出的是, 电缆 120 的绞距影响绞合线对 240 的各自绞距。当电缆 120 的绞距缩短 (更紧的扭绞率) 时, 绞合线对 240 的各自绞距也缩短。电缆 120 可以被构造为有利地影响绞合线对 240 的绞距, 该结构将相对于电缆 120 的绞距限制被进一步地解释。

[0069] 图 2 也示出了围绕纵向轴线螺旋式地绞合的填料 200。填料 200 以不同或可变的扭绞率沿预定距离绞合。因此, 填料 200 被构造为是柔性的和刚性-柔性的, 以用于以不同扭绞率绞合, 以及被构造为是刚性的, 以用于保持所述不同的扭绞率。填料 200 应当充分扭绞 (即, 具有充分小的绞距), 以在相邻电缆 120 之间形成气穴 160。仅仅通过举例的方式, 在一些实施例中, 填料 200 以不超过绞合线对 240 中的一对的绞距的约 100 倍的绞距绞合, 以便形成气穴 160。填料 200 将参考图 4A 被进一步讨论。

[0070] 填料 200 和护套 260 可以包括满足工业标准的任何材料。填料可以包括但不限于下列材料中的任何一种: 多氟烷氧 (polyfluoroalkoxy), TFE/全氟甲基-乙烯醚, 乙烯三氟氯乙烯 (ethylene chlorotrifluoroethylene), 聚氯乙烯 (PVC), 无铅阻燃聚氯乙烯, 氟化乙丙烯 (FEP), 氟化四氟乙烯聚丙烯, 一种含氟聚合物, 阻燃聚丙烯, 以及其它热塑性材料。同样地, 护套 260 可以包括满足工业标准的任何材料, 包括上面所列材料的任何一种。

[0071] 电缆 120 可以被构造为满足诸如安全、电气以及尺寸标准的工业标准。在一些实施例中, 电缆 120 包括横向或干线网络电缆 120。在这种实施例, 电缆 120 可以被构造为满足用于横向网络电缆 120 的工业安全标准。在一些实施例中, 电缆 120 为阻燃 (plenum rated) 电缆。在一些实施例中, 电缆 120 为透气 (riser rated) 电缆。在一些实施例中, 电缆 120 为无屏蔽电缆。由电缆 120 的结构产生的优点将参考图 4A 在下面进一步解释。

[0072] C. 绞合线对视图

[0073] 图 3 为绞合线对 240 中的一个的透视图。如图 3 中所示, 成缆实施例 240 包括两个被绝缘体 320 (也称作“绝缘件 320”) 独立隔离的导线 300。一根导线 300 及其周围的绝缘体 320 与另一根导线 300 及绝缘体 320 沿纵向轴线螺旋式地绞合在一起。图 3 进一步示出了绞合线对 240 的直径 (d) 和绞距 (L)。在一些实施例中, 绞合线对 240 为有屏蔽的。

[0074] 绞合线对 240 可以不同的绞距绞合。在一些实施例中, 绞合线对 240 的导线 300 大致纵向地沿所述轴线以特定的绞距 (L) 绞合。在一些实施例中, 绞合线对 240 的绞距 (L) 在绞合线对 240 的一部分或全部纵向距离上变化, 该距离可以为预定距离或长度。仅仅以

举例的方式,在一些实施例中,该预定距离大约为 10 米,以提供足够的长度来用于对信号根据它们的波长正确地进行传输。

[0075] 绞合线对 240 应当符合工业标准,包括限制绞合线对 240 尺寸的标准。因此,导线 300 和绝缘体 320 被构造为具有至少满足工业标准的良好物理和电气特性。众所周知,平衡的绞合线对 240 有助于抵消在其工作导线 300 内或周围产生的干扰场。因此,导线 300 和绝缘体 320 的尺寸应当被构造为促进导线 300 之间的平衡。

[0076] 因此,每一根导线 300 的直径及每一个绝缘体 320 的直径的尺寸被设置为促进绞合线对 240 中的每一个(一根导线 300 和一个绝缘体)之间的平衡。电缆 120 的部件、例如导线 300 和绝缘体 320 的尺寸应当符合工业标准。在一些实施例中,电缆 120 及其部件的尺寸或大小符合用于 RJ-45 电缆和连接器、诸如 RJ-45 插座和插头的工业尺寸标准。在一些实施例中,该工业尺寸标准包括用于第 5 类、第 5e 类和 / 或第 6 类电缆和连接器的标准。在一些实施例中,导线 300 的尺寸在 #22 美国线规 (AWG) 和 #26AWG 之间。

[0077] 绞合线对 240 中的每一根导线 300 可以包括满足工业标准的任何导电材料,其包括但不限于铜导线 300。绝缘体 320 可以包括但不限于热塑性塑料、含氟聚合物材料、阻燃聚乙烯 (FRPE)、阻燃聚丙烯 (FRPP)、高密度聚乙烯 (HDPE)、聚丙烯 (PP)、全氟烷氧基聚合物 (PFA)、固体或泡沫形式的氟化乙丙烯 (FEP)、泡沫乙烯三氟氯乙烯 (ECTFE) 等材料。

[0078] D. 电缆横截面视图

[0079] 图 4A 示出了根据本发明第一实施例的电缆 120 的放大横截面视图。如图 4A 中所示,护套 260 围绕着填料 200 和绞合线对 240a、240b、240c、240d(统称为“绞合线对 240”),以形成电缆 120。绞合线对 240a、240b、240c、240d 可以通过具有不同的绞距而区分。尽管绞合线对 240a、240b、240c、240d 可以具有不同的绞距,但是它们应当按相同的方向绞合,以便使阻抗失配最小化,所有的绞合线对 240 具有右旋绞合或左旋绞合。绞合线对 240b、240d 的绞距优选地相似,并且绞合线对 240a、240c 的绞距优选地相似。在一些实施例中,绞合线对 240a、240c 的绞距小于绞合线对 240b、240d 的绞距。在这种实施例中,绞合线对 240a、240c 可以被称作较短绞距的绞合线对 240a、240c,并且绞合线对 240b、240d 可以被称作较长绞距的绞合线对 240b、240d。绞合线对 240 被显示为选择性地布置在电缆 120 中,以使外部串扰最小化。绞合线对 240 的选择性布置将在下面进一步讨论。

[0080] 填料 200 可以沿绞合线对 240 布置。填料 200 可以形成诸如象限区域的区域,每个区域被构造为选择性地接收和容纳特定的绞合线对 240。该区域形成沿填料 200 长度的纵向凹槽,该凹槽可以容纳绞合线对 240。如图 4A 中所示,填料 200 可以包括芯部 (core) 410 和多个从芯部 410 径向向外延伸的填料分隔部 / 分隔器 (divider) 400。在一些优选实施例中,填料 200 的芯部 410 布置在绞合线对 240 的大约中心位置处。填料 200 还包括多个从芯部 410 径向向外延伸的腿 415。绞合线对 240 可以布置成与腿 415 和 / 或填料分隔部 400 相邻。在一些优选实施例中,每个腿 415 的长度通常至少约等于选择性地布置成与腿 415 相邻的绞合线对 240 的直径。

[0081] 填料 200 的腿 415 和芯部 410 可以被称作填料 200 的基体部分 500。图 5A 为根据第一实施例的填料 200 的放大横截面视图。在图 5A 中,填料 200 包括基体部分 500,所述基体部分包括填料 200 的腿 415、分隔部 400 和芯部。在一些实施例中,基体部分 500 包括填料 200 的任何不超过绞合线对 240 的直径延伸的部分,而绞合线对 240 选择性地被由填料

200 形成的区域容纳。因此,绞合线对 240 应当布置成与填料 200 的基体部分 500 的腿 415 相邻。

[0082] 再次参考图 4A,填料 200 可以包括多个从基体部分 500 沿不同的方向径向向外延伸、并且特别是从基体部分 500 的腿 415 伸出的填料延伸部 420a,420b(统称为“填料延伸部 420”)。腿 415 的延伸部 420 可以至少预定尺寸远离基体部分 500 径向向外延伸。如图 4A 和图 5A 中所示,所述预定尺寸的长度对于每个延伸部 420a,420b 来说可以不同。延伸部 420a 的预定尺寸为长度 E1,而延伸部 420b 的预定尺寸为长度 E2。在一些实施例中,延伸部 420 的预定尺寸至少约为由填料 200 容纳的绞合线对 240 中的一个的直径的四分之一。由于具有至少约为此距离的预定尺寸,填料延伸部 420 使填料 200 偏置,从而通过使相邻电缆 120 的各绞合线对 240 之间的距离最大化而有助于降低相邻电缆 120 之间的外部串扰。

[0083] 图 4A 示出了位于填料 200 的每个腿 415 上的位置处的参考点 425。参考点 425 可用于测量相邻布置的电缆 120 之间的距离。参考点 425 以一定的长度远离填料 200 的芯部 410。在图 4A 及其他优选实施例中,参考点 425 大约位于每个腿 415 的中点处。换句话说,一些实施例包括位于远离芯部 410 一段距离的位置处的参考点 425,所述距离大约为被容纳绞合线对 240 中的一个的直径的 1/2(one-half)。

[0084] 填料 200 可以被成形为构造适合地容纳绞合线对 240 的区域。例如,填料 200 可以包括大致与绞合线对 240 的形状相适应的曲线形状和边缘。因此,绞合线对 240 能够紧贴地抵靠填料 200 嵌套并且位于所述区域中。例如,图 4A 示出填料 200 可以包括被构造为容纳绞合线对 240 的凹入曲线。由于紧密地容纳绞合线对 240,填料 200 通常有助于将绞合线对 240 彼此相对地固定就位,从而使沿电缆 120 长度的阻抗偏差和电容不平衡最小化,所述优点将在下面进一步讨论。

[0085] 填料 200 可以被偏置。特别是,填料延伸部 420 可以被构造为使填料 200 偏置。例如,在图 4A 中,每一填料延伸部 420 延伸越过绞合线对 240 中的至少一个的横截面区域的外边缘,所述长度称作预定尺寸。换句话说,延伸部 420 远离基体部分 500 延伸。填料延伸部 420a 以距离 (E1) 越过绞合线对 240b 和绞合线对 240d 的横截面区域延伸。以类似的方式,填料延伸部 420b 以所述距离 (E2) 越过绞合线对 240a 和绞合线对 240c 的横截面区域延伸。因此,填料延伸部 420 可以具有不同的长度,例如延伸部长度 (E1) 大于延伸部长度 (E2)。由此,填料延伸部 420a 具有大于填料延伸部 420b 的横截面面积的横截面面积。

[0086] 偏置填料 200 有助于使外部串扰最小化。另外,相邻电缆 120 之间的外部串扰可以通过使填料 200 以最小量偏置进一步最小化。因此,对称布置的填料延伸部 420 的延伸部长度应当不同,以使填料 200 偏置。填料 200 应当充分偏置,以有助于形成位于螺旋式绞合的相邻电缆 120 之间的气穴 160。气穴 160 应当足够大,以有助于在相邻电缆 120 的至少预定长度上至少保持相邻电缆 120 之间的平均最小距离。另外,相邻电缆 120 的偏置填料 200 可以起到将电缆 120 中的一个的较长绞距的绞合线对 240b,240d(诸如紧密邻接的成缆实施例)与较短绞距的绞合线对 240a,240c 相比距离外部相邻噪声源更远。例如,在一些实施例中,延伸部长度 (E1) 大约为延伸部长度 (E2) 的两倍。仅仅以举例的方式,在一些实施例中,延伸部长度 (E1) 大约为 0.04 英寸 (1.016 毫米),并且延伸部长度 (E2) 大约为 0.02 英寸 (0.508 毫米)。随后,较长绞距的线对 240b,240d 可以被放置为邻近(或靠近)最长的延伸部 420a,以使长绞距的线对 240b,240d 与任何外部相邻噪声源之间的距离

最大化。

[0087] 不仅对称布置的填料延伸部 420 应具有不同的长度以使填料 200 偏置,而且电缆 120 的填料延伸部 420 优选地以至少最小延伸部长度延伸。特别是,填料延伸部 420 应当充分延伸越过绞合线对 240 的横截面区域,以有助于形成位于螺旋式地绞合的相邻电缆 120 之间的气穴 160,该气穴 160 可以有助于在至少预定长度上在相邻电缆 120 之间至少保持大约最小平均距离。例如,在一些优选实施例中,填料延伸部 420 中的至少一个以相同绞合线对 240 的直径 (d) 的至少 1/4 的距离延伸越过绞合线对 240 中的至少一个的横截面,而绞合线对 240 被与填料 200 相邻地容纳。在其他优选实施例中,气穴 160 被形成为具有至少为所述电缆 120 中的一个的直径的 0.1 倍的最大宽度。延伸部长度 (E1,E2) 以及偏置填料 200 对外部串扰的影响将在下面进一步描述。

[0088] 填料 200 的横截面面积可以被扩大,以有助于改进电缆 200 的性能。特别是,电缆 120 的填料延伸部 420 可以增大,例如朝向护套 260 径向向外辐射,以大致有助于使绞合线对 240 彼此相对地固定就位。如图 4A 中所示,填料延伸部 420a,420b 可以增大,以包括不同的横截面面积。特别是,通过增大填料 200 的横截面面积,阻抗失配和电容不平衡的不希望的效应达到最小,从而使电缆 120 在保持信号完整性的同时能够以高数据率工作。这些优点将在下面进一步讨论。

[0089] 另外,填料延伸部 420 的外边缘可以被弯曲,以在允许护套 260 紧密装配在填料延伸部 420 上的同时支撑所述护套 260。填料延伸部 420 的外边缘的曲率通过使阻抗失配和电容不平衡最小化而有助于改进电缆 120 的性能。特别是,通过紧贴着护套 260 装配,填料延伸部 420 减少了电缆 120 中的空气量并且通常将电缆 120 的部件固定在适当的位置,包括绞合线对 240 彼此之间的位置。在一些优选实施例中,护套 260 压缩装配在填料 200 和绞合线对 240 上。这些特征的优点将在下面进一步讨论。

[0090] 填料延伸部 420 形成沿电缆 120 的外边缘的脊部 180。脊部 180 根据填料延伸部 420 的长度以不同的高度凸出。如图 4A 中所示,脊部 180a 比脊部 180b 更为凸出。这有助于使电缆 120 偏置,以便减小相邻电缆 120 之间的外部串扰,该特征将在下面进一步讨论。

[0091] 电缆 120 的最大直径 (D1) 的量度也显示在图 4A 中。对图 4A 中所示的电缆 120 来说,直径 (D1) 为脊部 180a 和脊部 180b 之间的距离。如上所述,电缆 120 可以具有特定的尺寸或直径,以使得其符合一定的工业标准。例如,电缆 120 可以具有符合第 5 类、第 5e 类和 / 或第 6 类无屏蔽电缆的尺寸。仅仅以举例的方式,在一些实施例中,电缆 120 的直径 (D1) 不超过 0.25 英寸 (6.35mm)。

[0092] 由于符合用于无屏蔽双扭线电缆的现有尺寸标准,电缆 120 可以很容易地用于替换现有电缆。例如,电缆 120 可以很容易地替换通信网络装置中的第 6 类无屏蔽电缆,从而有助于提高装置之间的可用数据的传输速度。另外,电缆 120 可以很容易地与现有的连接器装置和系统相连。因此,电缆 120 可以有助于改善现有网络装置之间的通信速度。

[0093] 尽管图 4A 示出了两个填料延伸部 420,但其它实施例可以包括各种数量及结构的填料延伸部 420。任何数量的填料延伸部 420 可以被使用,以增大布置成彼此紧邻的电缆 120 之间的距离。同样地,可以使用不同或类似长度的填料延伸部 420。由填料延伸部 420 提供的相邻电缆 120 之间的距离通过增大电缆 120 之间的距离而减小了干涉的影响。在一些实施例中,填料 200 被偏置,以随着电缆 120 被独立地旋转而促使电缆 120 隔开。偏置填

料 200 随后有助于使特定电缆 120 的绞合线对 240 与由另一电缆 120 的绞合线对 240 产生的外部串扰隔离。

[0094] 为了说明电缆 120 的其它实施例的实例,图 4B-4C 示出了电缆 120 的各种不同实施例。图 4B 示出了根据第二实施例的电缆 120' 的放大横截面视图。图 4B 中所示的电缆 120' 包括填料 200', 其包括三个腿 415 和远离腿 415 延伸并且越过绞合线对 240 的横截面的三个填料延伸部 420。每个腿 415 包括参考点 425。填料 200' 可以按照上面讨论过的与填料 200 有关的任何方式起作用,包括有助于使相邻布置的电缆 120' 彼此隔开。

[0095] 类似地,图 4C 示出了根据第三实施例的电缆 120'' 的放大横截面视图,该电缆 120'' 包括带有多个腿 415 和一个填料延伸部 420 的填料 200'', 所述填料延伸部远离腿 415 中一个延伸并且越过绞合线对 240 中的至少一个的横截面。所述腿 415 包括参考点 425。在其它实施例中,图 4C 中所示的腿 415 可以为填料分隔部 400。填料 200'' 还能够以填料 200 可以作用的任何方式发生作用。

[0096] 图 5B 示出了根据本发明第三实施例的填料 200'' 的放大横截面视图。如图 5B 所示,填料 200'' 可以包括具有多个腿 415 的基体部分 500'' 和延伸部 420, 该延伸部远离基体部分 500'' 延伸,并且更具体地说,远离基体部分 500'' 的腿 415 中的一个延伸。图 5B 示出了布置成与基体部分 500'' 相邻的四对绞合线对 240''。延伸部 420 以至少大约预定尺寸远离基体部分 500'' 延伸。在图 5B 中所示的实施例中,填料 200'' 包括四个腿 415, 并且绞合线对 240 接近腿 415。基体部分 500'' 的每一个腿 415 包括参考点 425。

[0097] 填料 200 可以按照其它方式构造,以用于使相邻布置的电缆 120 隔开。例如,图 4D 示出了与沿电缆 120 布置的不同填料 200'''' 相结合的图 4A 的实施例的电缆 120 和填料 200 的放大横截面视图。填料 200'''' 可以围绕并沿电缆 120 或电缆 120 的任何部件螺旋式地绞合。通过沿电缆 120 布置,填料 200'''' 可以布置在相邻设置的电缆 120 之间,并且保持它们之间的距离。由于填料 200'''' 围绕电缆 120 螺旋式地绞合,其防止了相邻电缆 120 嵌套在一起。填料 200'''' 可以沿着电缆 120 的任何实施例布置。在一些实施例中,填料 200'''' 沿绞合线对 240 布置。

[0098] 诸如图 4A-4D 中所示实施例的电缆 120 的结构能够充分保持通过电缆 120 传输的高速数据信号的完整性。电缆 120 具有由许多特征产生的性能,包括但不限于以下所述方面。第一,电缆结构有助于增大相邻电缆 120 的绞合线对 240 之间的距离,从而减小了外部串扰的影响。第二,电缆 120 可以被构造为增大最倾向于外部串扰的辐射源、例如较长绞距的绞合线对 240b, 240d 之间的距离。第三,电缆 120 可以被构造为通过改进围绕绞合线对 240 的材料的介电性能的相容性或一致性,从而有助于减小绞合线对 240 之间的电容耦合。第四,即使当电缆 120 绞合时,电缆 120 可以被构造为通过保持电缆 120 的部件的物理属性而使沿其长度的阻抗变化量达到最小,从而减小信号衰减。第五,电缆 120 可以被构造为减小沿纵向相邻电缆 120 的平行绞合线对 240 的情况的数量,由此使出现受外部串扰影响的位置减小到最少。下面将对电缆 120 的这些特征和优点详细地讨论。

[0099] E. 距离最大化

[0100] 电缆 120 可以被构造为通过使相邻电缆 120 的绞合线对 240 之间的距离达到最大而使传输高速信号的恶化达到最小。特别是,使电缆 120 隔开降低了外部串扰的影响。如上所述,引起外部串扰的场大小随着距离的增大而减弱。

[0101] 相邻电缆 120 可以如图 1 所示单独并螺旋式地大致沿平行轴线绞合,以使得图 1 中所示的接触点 140 和气穴 160 形成于沿着相邻电缆 120 的不同位置处。如参照图 1 所讨论,电缆 120 可以被绞合,以使得脊部 180 形成于电缆 120 之间的接触点 140 处。因此,在沿着纵向轴线的不同位置处,相邻电缆 120 可在它们的脊部 180 处接触。在非接触点处,相邻电缆 120 可以被气穴 160 隔开。电缆 120 可以被构造增大在接触点和非接触点处的绞合线对 240 之间的距离,从而减小外部串扰。另外,通过使用用于不同相邻电缆 120 的随机或任意螺旋扭绞,相邻电缆 120 之间的距离通过防止相邻电缆 120 相互之间的嵌套而达到最大。

[0102] 另外,电缆 120 可以被构造为使它们的较长绞距的绞合线对 240b,240d 最大程度地隔开。如上所述,较长绞距的绞合线对 240b,240d 与较短绞距的绞合线对 240a,240c 相比更容易受外部串扰影响。因此,电缆 120 可以使较长绞距的绞合线对 240b,240d 选择性地布置成紧邻每个电缆 120 的最大的填料延伸部 420a,以使较长绞距的绞合线对 240b,240d 进一步隔开。该结构将在下面进一步讨论。

[0103] 1. 随机电缆扭绞

[0104] 相邻布置的电缆 120 之间的距离可以通过使相邻电缆 120 以不同的电缆绞距扭绞而达到最大。通过以不同的比率扭绞,相邻电缆 120 中一个的峰部不与另一个电缆 120 的谷部对齐,从而防止了电缆 120 彼此之间的嵌套对准。因此,相邻电缆 120 的不同绞距有助于防止或阻止相邻电缆 120 的嵌套。例如,图 1 中所示的相邻电缆 120 具有不同的绞距。因此,形成于电缆 120 之间的气穴 160 的数目和尺寸被最大化。

[0105] 电缆 120 可以被构造为有助于确保相邻放置的电缆 120 的子部(或分段)沿着子部的长度在任一点处不具有相同的扭绞率。为此,电缆 120 可以沿该电缆 120 的至少预定长度螺旋式地绞合。螺旋绞合包括电缆围绕大致纵向轴线的扭转。电缆 120 的螺旋绞合可以在预定长度上改变,从而使得电缆 120 的电缆绞距在所述预定长度上连续增大或连续减小。例如,电缆 120 可在沿着该电缆 120 的第一点处以一定的电缆绞距绞合。电缆绞距可以沿电缆 120 的点随着沿电缆 120 的第二点的临近而连续减小(电缆 120 更紧地绞合)。随着电缆 120 的绞合变紧,沿着电缆 120 的螺旋脊部 180 之间的距离减小。因此,当预定长度的电缆 120 被分成两个子部并且所述子部布置成彼此相邻时,电缆 120 的子部将具有不同的电缆绞距。因为电缆 120 的脊部 180 以不同的比率螺旋,这阻止了子部嵌套在一起,从而通过使它们之间的距离最大化而减小了子部之间的外部串扰。另外,子部的不同扭绞率通过在预定长度上保持子部之间的一定的平均距离而使外部串扰最小化。在一些实施例中,每一子部的最为接近的各参考点 425 之间的平均距离至少为在预定长度上的子部的特定填料延伸部 420 的长度(预定尺寸)的 1/2。

[0106] 因为电缆 120 以随机的变化率沿预定长度螺旋式地绞合,所以填料 200、绞合线对 240 和/或护套 260 可以相应地绞合。因此,填料 200、绞合线对 240 和/或护套 260 可以被绞合为使得它们各自的绞距在至少预定长度上连续增大或连续减小。在一些实施例中,护套 260 以压紧配合的方式施加在填料 200 和绞合线对 240 上,从而使得护套 260 的施加包括护套 260 的绞合,其造成紧密容纳的填料 200 以相应的方式绞合。因此,容纳在填料 200 内的绞合线对 240 最终彼此相对地螺旋式绞合。实际上,已经发现,一旦护套 260 例如通过护套的绞合而施加,使绞合线对 240 的绞距随机化或不规则化具有附加的优点或者使重新

引入电缆 120 内的空气最小化。与此相反,其它随机化的尝试典型地增加了空气含量,实际上可能增加不希望的串扰。使空气含量最小化的重要性将在 G.2 部分中讨论。然而,在一些实施例中,填料 200 独立于护套 260 的绞合导致容纳在填料内的绞合线对 240 彼此相对地螺旋式绞合。

[0107] 电缆 120 的总绞合改变了每一对绞合线对 240 的原始或初始的预定绞距。绞合线对 240 以大致相同的比率在沿着预定长度的每个点上变化。所述比率可以被定义为由绞合线对 240 的总螺旋绞合施加的扭转量。与扭转率的施加相对应,每个绞合线对 240 的绞距以一定的量改变。这些功能及其优点将参照图 11A-11B 进一步讨论。电缆 120 的预定长度也将参照图 11A-11B 进一步讨论。

[0108] 2. 接触点

[0109] 图 6A-6D 示出了根据本发明第一实施例的纵向相邻和螺旋式地绞合的电缆 120 的各种横截面视图。图 6A-6B 示出了电缆 120 在不同接触点 140 处接触的横截面视图。在这些位置处,填料延伸部 420 可以被构造为增大相邻电缆 120 的绞合线对 240 之间的距离,从而使接触点 140 处的外部串扰最小化。

[0110] 在图 6A 中,电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 以距离 (S1) 隔开。所述距离 (S1) 大约等于延伸部长度 (E1) 与护套 260 的厚度的总和的两倍。在图 6A 中所示的电缆 120 位置处,电缆 120 的填料延伸部 420a 以两倍于延伸部长度 (E1) 的方式增大了电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 之间的距离。图 6A 中所示的相邻电缆 120 的最靠近的参考点 425 以距离 S1' 隔开。

[0111] 在图 6A 中,相邻电缆 120 如此布置,以使得它们各自的较长绞距的绞合线对 240b, 240d 与电缆 120 的较短绞距的绞合线对 240a, 240c 相比彼此更加邻近。因为较长绞距的绞合线对 240b, 240d 与较短绞距的绞合线对 240a, 240c 相比更易受外部串扰影响,电缆 120 的较大的填料延伸部 420a 被选择性地布置,以使电缆 120 的较长绞距的绞合线对 240b, 240d 之间具有增大的距离。因此,电缆 120 的较长绞距的绞合线对 240b, 240d 在图 6A 中所示的接触点 140 处进一步隔开,从而降低了它们之间的外部串扰。换句话说,电缆 120 可以被构造为在较长绞距的绞合线对 240b, 240d 之间提供最大程度的分离量。因此,填料 200 可以选择性地接收和容纳绞合线对 240。例如,较长绞距的绞合线对 240b, 240d 可以布置成最靠近较长的填料延伸部 420a。这些功能有助于有效地使电缆 120 的较长绞距的绞合线对 240b, 240d 之间的最严重的外部串扰源之间的外部串扰最小化。

[0112] 图 6B 示出了电缆 120 沿其长度的另一接触点 140 的横截面视图。在图 6B 中,电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 以距离 (S2) 隔开。所述距离 (S2) 大约等于延伸部长度 (E2) 与护套 260 的厚度总和的两倍。在图 6B 中所示的电缆 120 位置处,电缆 120 的填料延伸部 420b 以两倍于延伸部长度 (E2) 的方式增大了电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 之间的距离。图 6B 中所示的相邻电缆 120 的最靠近的参考点 425 以距离 S2' 隔开。

[0113] 在图 6B 中,相邻电缆 120 如此布置,以使得它们各自的较短绞距的绞合线对 240a, 240c 与电缆 120 的较长绞距的绞合线对 240b, 240d 相比彼此更加邻近。电缆 120 的较短绞距的绞合线对 240a, 240c 在图 6B 中所示的接触点 140 处以至少填料延伸部 420b 的长度隔开,从而降低了它们之间的外部串扰。因为较短绞距的绞合线对 240a, 240c 与较长绞距的绞合线对 240a, 240c 相比更不易受外部串扰影响,电缆 120 的较小的填料延伸部 420b 被选

择性地布置,以隔开电缆 120 的较短绞距的绞合线对 240a,240c。如上面所讨论,增大的距离更有助于降低较长绞距的绞合线对 240b,240d 之间的外部串扰。因此,电缆 120 的较大的填料延伸部 420a 被用于在这样的位置处将较长绞距的绞合线对 240b,240d 隔开,其中在这些位置处,较长绞距的绞合线对 240b,240d 在电缆 120 之间最靠近。

[0114] 3. 非接触点

[0115] 图 6C-6D 示出了电缆 120 在沿着它们长度的非接触点处的横截面视图。在这些位置处,电缆 120 可以被构造为通过形成电缆 120 之间的气穴 160 而增大相邻电缆的绞合线对 240 之间的距离,从而使接触点 140 处的外部串扰最小化。当相邻电缆 120 以不同的电缆绞距独立并螺旋式地绞合时,填料延伸部 420 通过有助于防止电缆 120 嵌套在一起而有助于形成气穴 160。如上面所讨论,该间距影响可以通过沿电缆 120 的纵向轴线的扭转的轻微波动而最大化。

[0116] 气穴 160 增大了电缆 120 的绞合线对 240 之间的距离。图 6C 示出了被位于沿着其纵向长度的位置处的特定气穴 160 隔开的相邻电缆 120 的横截面视图。在图 6 中所示的位置处,相邻电缆 120 被气穴 160 隔开。当位于该位置处时,由螺旋形旋转脊部 180 形成的气穴 160 实现了使每个电缆 120 的最邻近的绞合线对 240 隔开的作用。气穴 160 的长度为相邻电缆 120 之间的增大的距离。在图 6C 中,位于该位置处的电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 之间的距离由距离 (S3) 表示。因为空气具有良好的绝缘性能,由气穴 160 形成的距离可有效地使相邻电缆 120 与外部串扰隔离。在图 6C 中,相邻电缆 120 的最靠近的参考点 425 以距离 S3' 隔开。

[0117] 电缆 120 可以被如此构造,以使得当它们的绞合线对 240 被填料延伸部 420 隔开时,气穴 160 被形成,以隔开电缆 120 的绞合线对 240,从而有助于降低电缆 120 之间的外部串扰。

[0118] 图 6D 示出了相邻电缆 120 在沿着其纵向长度的另一气穴 160 处的横截面视图。与图 6C 中所示的位置类似,图 6D 的电缆 120 由气穴 160 隔开。如参照图 6C 所讨论,图 6D 中所示的气穴 160 实现了隔开电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 的作用。位于该位置处的电缆 120 的最靠近的绞合线对 240 之间的距离由距离 (S4) 表示。在图 6D 中,相邻电缆 120 的最靠近的参考点 425 以距离 S4' 隔开。

[0119] 尽管图 6A-6D 示出了电缆 120 的特定实施例,电缆 120 的其它实施例可以被构造,以使相邻电缆 240 的绞合线对 240 之间的距离增大。例如,各种类型的填料延伸部 420 结构可用于增大相邻电缆 120 之间的距离。填料 200 可以包括被构造为防止相邻电缆 120 嵌套的不同数量和尺寸的填料延伸部 420 和填料分隔部 400。填料 200 可以包括有助于隔开相邻电缆 120 并同时符合用于电缆尺寸或直径的工业标准的任何形状或设计。

[0120] 例如,图 7 为根据本发明第二实施例的纵向相邻电缆 120' 的横截面视图。图 7 中所示的电缆 120' 可以按照与图 6A-6D 中所示的电缆 120 相似的方式布置。每个电缆 120' 包括围绕着填料 200'、填料分隔部 400、填料延伸部 420 和绞合线对 240 的护套 260。电缆 120' 还包括沿护套 260 由填料延伸部 420 形成的脊部 180。因为电缆 120' 之间的接触点 140 出现在电缆 120' 的脊部 180 处,凸出的脊部 180 有助于增大相邻电缆 120 的绞合线对 240 之间的距离。

[0121] 在图 7 中,每个电缆 120' 包括三个越过绞合线对 240 中的一些的横截面延伸的填

料延伸部 420。图 7 中的填料延伸部 420 可以按照以上讨论过的任何方式作用,例如有助于防止螺旋式地绞合的相邻电缆 120' 的嵌套和增大电缆 120' 的绞合线对 240 之间的距离。在图 7 中,位于一个接触点 140 处的电缆 120' 的最靠近的绞合线对 240 之间的距离由距离 (S5) 表示,其约为电缆 120' 的延伸部的长度和护套 260 的厚度的总和的两倍。图 7 中所示的相邻电缆 120' 的最靠近的参考点 425 以距离 S5' 隔开。图 7 中所示的电缆 120' 可以选择性地使不同绞距的绞合线对 240 按照以上讨论过的任何方式布置。因此,图 7 中的电缆 120' 可以被配置为使外部串扰最小化。

[0122] 图 8 为利用图 4D 中的布局的纵向相邻电缆 120 和填料 200'' 的放大横截面视图。图 8 中所示的电缆 120 由螺旋式地绞合的填料 200'' 以上述参照图 4D 讨论过的任何方式隔开。

[0123] F. 选择性的距离最大化

[0124] 本发明的电缆结构可以通过对绞合线对 240 的选择性布置使信号恶化最小化。再次参照图 4A,绞合线对 240a,240b,240c,240d 可以按照不同的绞距独立地绞合。在图 4A 中,绞合线对 240a 和绞合线对 240c 具有与绞合线对 240b 和绞合线对 240d 的较长绞距相比更短的绞距。

[0125] 如上所述,因为长绞距绞合线对 240b,240d 的导线 300 从平行方位以相对较小的角度定向,所以串扰更容易影响长绞距的绞合线对 240。另一方面,较短绞距的绞合线对 240a,240c 在它们的导线 300 之间具有更大的分离角度,并且因此完全不平行并不易受到串扰噪音。因此,绞合线对 240b 和绞合线对 240d 对串扰比绞合线对 240a 和绞合线对 240c 更为敏感。考虑到这些特性,电缆 120 可以被构造为通过使它们的长绞距绞合线对 240b,240d 之间的距离最大化而降低外部串扰。

[0126] 相邻电缆 120 的长绞距线对 240b,240d 可以通过将它们布置为邻近最大的填料延伸部 420a 而隔开。例如,如图 4A 中所示,填料延伸部 420a 的延伸部长度 (E1) 大于填料延伸部 420b 的延伸部长度 (E2)。通过使具有较长绞距的绞合线对 240b,240d 邻近电缆 120 的最大的填料延伸部 420a,相邻电缆 120 的填料延伸部 420a 之间的接触点 140 将在长绞距的绞合线对 240b,240d 之间提供最大距离。换句话说,较长绞距的绞合线对 240 被布置为与较短绞距的绞合线对 240 相比更靠近最大的填料延伸部 420a。因此,电缆 120 的长绞距绞合线对 240b,240d 以至少尽可能最大的有效延伸部长度 (E1) 在接触点 140 处隔开。该结构及其优点将参照图 9A-9D 中所示的实施例进一步解释。

[0127] 图 9A-9D 示出了根据本发明第三实施例的纵向相邻电缆 120'' 的横截面视图。在图 9A-9D 中,绞合相邻电缆 120'' 包括长绞距绞合线对 240b,240d,其被构造为使相邻电缆 120'' 的长绞距绞合线对 240b,240d 之间的距离最大化。每个电缆 120'' 包括具有不同绞距的绞合线对 240a,240b,240c,240d。长绞距绞合线对 240b,240d 被布置成最靠近每个电缆 120'' 的填料 200'' 的最长的填料延伸部 420。该结构有助于使电缆 120'' 的长绞距绞合线对 240b,240d 之间的外部串扰最小化。图 9A-9D 示出了绞合相邻电缆 120'' 在沿着它们的纵向延伸长度的不同位置处的不同横截面视图。

[0128] 图 9A 为绞合相邻电缆 120'' 的一实施例的横截面视图,所述电缆被构造为使电缆 120'' 的长绞距绞合线对 240b,240d 隔开。如图 9A 中所示,电缆 120'' 如此布置,以使得每个电缆 120'' 的填料延伸部 420 彼此相向地定向。接触点 140 在填料延伸部 420 之间的脊

部 180 处形成于电缆 120'' 之间。当电缆 120' 定位于图 9A 中所示的状态时,长绞距绞合线对 240b, 240d 之间的距离约为由距离 (E1) 表示的越过绞合线对 240b, 240d 的横截面延伸的填料延伸部 420 的长度与每个电缆 120'' 的护套 260 的厚度的总和。该总和由距离 (S6) 表示。在图 9A 中,相邻电缆 120 的最靠近的参考点 425 以距离 S6' 隔开。图 9A 中所示结构有助于按照上述参照图 6A-6D 讨论过的任何方式使外部串扰最小化。

[0129] 图 9B 示出了绞合相邻电缆 120'' 在沿着其长度的另一位置处的另一横截面视图。当电缆 120'' 旋转时,填料延伸部 420 随着该转动而移动。在图 9B 中,电缆 120'' 的填料延伸部 420 是平行的并且通常向上取向。因为填料延伸部 420 造成电缆 120'' 偏移,气穴 160 在填料延伸部 420 的该方位上形成于电缆 120'' 之间。图 9B 中所示结构有助于按照上面参照图 6A-6D 讨论过的任何方式降低外部串扰。例如,如上面所讨论,气穴 160 通过使电缆 120'' 的绞合线对 240 之间的距离最大化而有助于降低外部串扰。距离 (S7) 示出了电缆 120'' 的最靠近的绞合线对 240 之间的分离量。在图 9B 中,相邻电缆 120'' 的最靠近的参考点 425 以距离 S7' 隔开。

[0130] 图 9C 示出了图 9A 中的绞合相邻电缆 120'' 位于沿其长度' 的不同位置处的另一横截面视图。在这一点上,电缆 120'' 的填料延伸部 420 被定向为彼此远离。长绞距的绞合线对 240b, 240d 被选择性地布置为邻近填料延伸部 420。因此,长绞距绞合线对 240b, 240d 也隔开地定向。每个电缆 120'' 的短绞距绞合线对 240a, 240c 彼此最为邻近。然而,如上所述,短绞距绞合线对 240a, 240c 不如长绞距绞合线对 240b, 240d 对串扰敏感。因此,图 9C 中所示电缆 120'' 的取向随着高速信号沿绞合线对 240 传输而不会不可接受地损害高速信号的完整性。电缆 120'' 的其它实施例包括被构造为进一步隔开短绞距绞合线对 240a, 240c 的填料延伸部 420。

[0131] 在图 9C 所示的位置处,长绞距绞合线对 240b, 240d 被电缆 120'' 的部件自然地分开。特别是,电缆 120'' 的短绞距绞合线对 240a, 240c 的区域有助于使长绞距绞合线对 240b, 240d 隔开。因此,外部串扰在图 9C 中所示电缆 120'' 的配置处降低。电缆 120'' 的长绞距绞合线对 240b, 240d 之间的距离由距离 (S8) 表示。在图 9C 中,相邻电缆 120'' 的最靠近的参考点 425 以距离 S8' 隔开。

[0132] 图 9D 示出了绞合相邻电缆 120'' 在其长度的另一位置处的另一横截面视图。在图 9D 所示的位置处,两个电缆 120'' 的填料延伸部 420 以相同的横向方向定向。每个电缆 120'' 的长绞距绞合线对 240b, 240d 以距离 (S9) 保持隔开,从而使长绞距绞合线对 240b, 240d 之间的外部串扰影响最小化。另外,包括电缆 120'' 中一个的短绞距绞合线对 240a, 240c 的电缆 120'' 的部件有助于使电缆 120'' 的长绞距绞合线对 240b, 240d 隔开。在图 9D 中,相邻电缆 120'' 的最靠近的参考点 425 以距离 S9' 隔开。

[0133] G. 电容场平衡

[0134] 本发明的电缆 120 有助于绞合线对 240 的导线 300 周围的平衡电容场。如上所述,电容场形成于特定绞合线对 240 的导线 300 之间及其周围。另外,绞合线对 240 的导线 300 之间的电容不平衡的程度影响从绞合线对 240 发出的噪音。如果导线 300 的电容场被很好地平衡,由该场产生的噪音趋于抵消。典型地通过确保绞合线对 240 的导线 300 与绝缘体 320 的直径相同而促进平衡。如前所述,电缆 120 使用了促进电容平衡的具有均匀尺寸的绞合线对 240。

[0135] 然而,除了绝缘体 320 之外的材料影响着导线 300 的电容场。邻近或位于导线 300 的电容场内的任何材料将影响集合在绞合线对 240 中的绝缘导线 300 的总电容,并最终影响电容平衡。如图 4A 中所示,电缆 120 可能包括多种布置在可能分别影响位于绞合线对 240 中的每个绝缘导线 300 的电容的位置处的材料。这产生两个不同的电容,从而产生失衡。该失衡抑制了绞合线对 240 自我消除噪声源的能力,并导致从工作的传输线对 240 辐射出的升高的噪音等级。绝缘体 320、填料 200、护套 260 和电缆 120 中的空气均可以影响绞合线对 240 的电容平衡。电缆 120 可以被构造为包括有助于使任何不平衡作用最小化的材料,从而保持高速数据信号的完整性并降低信号衰减。

[0136] 1. 相容的电介质材料

[0137] 电缆 120 可以通过使用具有诸如相容介电常数的相容介电性质的材料使电容不平衡最小化。用于护套 260、填料 200 和绝缘体 320 的材料可以如此选择,以使得它们的介电常数彼此大致相同或者至少相对接近。优选地,护套 260、填料 200 和绝缘体 320 的变化应当不超过一定的变化极限。当这些部件的材料包括位于极限内的电介质时,电容不平衡降低,从而使噪声衰减最大化,以有助于保持高速信号的完整性。在一些实施例中,填料 200、护套 260 和绝缘体 320 的介电常数相对于彼此之间的差均处于大约一个介电常数之内。

[0138] 由于采用了具有相容介电常数的材料,电缆 120 可通过消除可能由特别布置在绞合线对 240 周围的具有不同介电常数的材料、特别是由于高速数据信号产生的较强电容场的结果所形成的偏差而使电容不平衡最小化。例如,特定的绞合线对 240 包括两个导线 300。第一导线可以布置成邻近护套 260,而第二导线布置成邻近填料 200。因此,较为邻近的护套 260 与较远的填料 200 相比可能对第一导线 300 的电容场产生更多的电容影响。填料 200 可能比护套 260 对第二导线 300 产生更大的偏差。因此,导线 300 的特有偏差不会互相消除,并且绞合线对 240 的电容场失衡。另外,护套 260 和填料 200 的介电常数之间的较大差异将不希望地增大绞合线对 240 的失衡,从而导致信号恶化。通过使绝缘体 320、填料 200 和护套 260 采用具有相容介电常数的材料,电缆 120 可以使偏差、即电容不平衡最小化。因此,导线 300 周围的电容场被更好地平衡,并且导致沿电缆 120 内的每个绞合线对的长度的改进的噪声消除效果。

[0139] 在一些实施例中,护套 260 可包括具有不同介电性质的内护套和外护套。在一些实施例中,内护套、所述填料 200 和所述绝缘体 320 的介电常数相对于彼此之间的差均在大约一个介电常数 (1) 之内。在一些实施例中,外护套的介电常数不在所述绝缘体 320 的大约一个介电常数之内。在一些实施例中,在从导线 300 的中心开始的预定尺寸范围内,没有其介电常数从绝缘体 320 的介电常数开始变化超过大约加上或减去一个介电常数的材料。在一些实施例中,该预定尺寸为大约 0.025 英寸 (0.635mm) 的半径。

[0140] 2. 空气最少化

[0141] 因为空气与绝缘体 320、填料 200 材料或护套 260 的介电常数的差异典型地大于 1.0,电缆 120 可以通过使绞合线对 240 周围的空气量最小化而促使绞合线对 240 的总电容场的平衡。空气量可以通过使得用于电缆 120 的填料 200 的面积扩大或最大化而减少。例如,如上面参照图 4A 所讨论,填料延伸部 420 和 / 或填料分隔部 400 的面积可以增大。如图 4A 中所示,电缆 120 的填料延伸部 420 朝向护套 260 扩展,以增大填料延伸部 420 的横截面面积。

[0142] 另外,如上面参照图 4A 所讨论,包括填料分隔部 400 和填料延伸部 420 的填料 200 可以包括成形为适配(或贴合)地容纳绞合线对 240 的边缘,从而使电缆 120 中存储空气的空间最小化。在一些实施例中,包括填料延伸部 420 和填料分隔部 400 的填料 200 包括成形为容纳绞合线对 240 的弯曲边缘。另外,如上面参照图 4A 所讨论,填料延伸部 420 可以包括被构造为适配地与护套 260 嵌套的弯曲外边缘,从而当护套 260 紧贴或紧密装配在填料延伸部 420 的周围时,将位于填料延伸部 420 和护套 260 之间的空气移出。

[0143] 选择性地容纳邻近绞合线对 240 的诸如空气的气体的电缆 120 的空隙的减少有助于使具有完全不同的介电常数的材料最少化。因此,绞合线对 240 的电容场的失衡被最小化,这是因为朝向独特布置的材料的偏差被防止或至少衰减。总体结果是从绞合线对 240 发出的噪声影响被降低。在一些实施例中,能够将诸如空气的气体保持在绞合线对 240 的横截面区域中的空隙面积小于绞合线对 240 的横截面面积或容纳绞合线对 240 的区域的预定量。在一些实施例中,空隙中的气体量小于电缆 120 的横截面的预定量。在一些实施例中,在预定距离上,电缆 120 中的气体量小于电缆 120 的体积的预定量。在一些实施例中,该预定量为 10%。

[0144] 通过将空隙和电缆 120 中的诸如空气的相应气体的量限制为小于预定量,电缆 120 具有改进的性能。绞合线对 240 周围的电介质更为相容。如上面所讨论,这有助于降低由绞合线对 240 发出的噪音。因此,电缆 120 能够更准确地传输高速数据信号。

[0145] 图 10 示出了电缆 120' " 的一替换实施例的实例的横截面视图。图 10 中的电缆 120' " 示出了更紧密地装配在绞合线对 240 周围的护套 260' "。电缆 120' " 显示出护套 260' " 可以通过有助于使能够将诸如空气的气体保持在电缆 120' " 内的空隙最小化的多种不同结构装配在电缆 120' " 周围。

[0146] H. 阻抗均一性

[0147] 如上面所讨论的电缆 120 内部的空气量的减少也有助于通过使沿电缆 120 的长度的阻抗变化量最小化而保持传输信号的完整性。特别是,电缆 120 可以如此构造,以使得其部件在护套 260 中大致固定就位。护套 260 内的部件可以通过按照以上讨论过的任何方式减小护套 260 内部的空气量而大致固定。特别是,绞合线对 240 可以彼此相对地大致固定就位。在一些实施例中,护套 260 以这样的方式装配在绞合线对 240 上,以使得其将绞合线对 240 固定就位。尽管不要求,但是典型地使用压紧配合。在其它实施例中,可以使用诸如胶粘剂的其它材料。在其它实施例中,填料 200 被构造为有助于将绞合线对 240 大致固定就位。在一些优选实施例中,包括绞合线对 240 的电缆 120 的部件彼此相对被牢固地固定就位。

[0148] 由于具有固定的物理性质,电缆 120 能够使阻抗变化最小化。如上面所讨论,绞合线对 240 的物理性质或关系方面的任何变化很可能导致不必要的阻抗变化。因为电缆 120 可以包括固定的物理性质,电缆 120 可以在不会向电缆 120 引入明显的阻抗偏差的情况下被操作,例如螺旋式地绞合。电缆 120 可以在其被装上护套之后螺旋式地绞合,而不会引入危险的阻抗偏差,包括在制造、测试和安装步骤期间。因此,电缆 120 的电缆绞距可以在其装上护套之后改变。在一些实施例中,即使当电缆 120 螺旋式地绞合时,电缆 120 的绞合线对 240 之间的物理距离的改变不会超过预定量。在一些实施例中,所述预定距离大约为 0.01 英寸(0.254 毫米)。

[0149] 电缆 120 的大致固定的物理性质有助于降低由于信号反射产生的衰减,这是因为在沿着电缆 120 的阻抗变化的任意点上反射较少的信号强度。因此,电缆 120 的结构通过使电缆 120 沿其长度的物理性质变化达到最小而准确、有效地传输高速数据信号。

[0150] 另外,在导线 300 周围使用具有有利和相容的介电性质的材料有助于使沿电缆 120 的长度的阻抗变化最小化。电缆 120 沿其长度的物理性质方面的任何变化将加剧绞合线对 240 的任何现有的电容不平衡。相容电介质材料的使用降低了绞合线对 240 内部的任何电容偏差。因此,任何物理变化将仅仅增强最小化的电容偏差。由此,通过使用靠近导线 300 的具有相容电介质的材料,电缆 120 中的任何物理变化的影响被小化。

[0151] I. 电缆绞距限制

[0152] 本发明的电缆 120 可以被构造为通过使相邻电缆 120 之间出现的平行交叉点最小化而降低外部串扰。如上所述,相邻电缆 120 的绞合线对 240 之间的平行交叉点是高速数据率的外部串扰的重要来源。具有相等或类似绞距的绞合线对 240 处发生的平行点彼此相邻。为了使相邻电缆 120 之间的平行交叉点达到最少,电缆 120 可以按照不同和/或变化的绞距绞合。当电缆 120 螺旋式地绞合时,其绞合线对 240 的绞距根据电缆 120 的绞合而改变。因此,相邻电缆 120 可以按照不同的总电缆 120 绞距螺旋式地绞合,以便使电缆 120 中的一个的绞合线对 240 的绞距不同于相邻电缆 120 的绞合线对 240 的绞距。

[0153] 例如,图 11A 示出了根据本发明第三实施例的相邻电缆 120-1 的放大横截面视图。图 11A 中所示的相邻电缆 120-1 包括绞合线对 240a, 240b, 240c, 240d, 并且每个绞合线对 240 具有初始预定绞距。假设图 11A 中所示的电缆 120-1 均未被总螺旋绞合,两个电缆 120-1 的绞合线对 240 的绞距是相同的。当电缆 120-1 被布置成彼此相邻时,平行交叉点将存在于电缆 120-1 的相应绞合线对 240、例如每个电缆 120-1 的绞合线对 240d 之间。平行绞合线对 240 不希望地加剧了电缆 120-1 之间的外部串扰影响,尤其是因为电缆 120-1 易受嵌套的影响。

[0154] 然而,电缆 120-1 的各绞合线对 240 的绞距可以被制成在沿着电缆 120-1 的预定长度的任何横截面的位置处彼此不同。通过对每个电缆 120-1 施加不同的总扭绞率,电缆 120-1 变得不同,并且它们各自的绞合线对 240 的初始绞距转变为合成绞距。

[0155] 例如,图 11B 示出了图 11A 中的电缆 120-1 在它们以不同的总扭绞率绞合后的放大横截面视图。绞合线对 120-1 中的一个现在被称作电缆 120-1', 而另一个不同的绞合电缆 120-1 现在被称作电缆 120-1"。电缆 120-1' 和电缆 120-1" 以它们的不同电缆绞距和它们各自绞合线对 240 的不同合成绞距加以区别。电缆 120-1' 包括绞合线对 240a', 240b', 240c', 240d' (统称为“绞合线对 240'”), 该绞合线对 240' 包括它们的合成绞距。电缆 120-1" 包括具有它们的不同合成绞距的绞合线对 240a", 240b", 240c", 240d" (统称为“绞合线对 240"”)。

[0156] 电缆 120-1 的总绞合的影响可以数值实例的方式进一步解释。在一些实施例中,以英寸计的绞合线对 240 的调整、合成绞距可以大致通过下列公式获得,其中“1”表示初始绞合线对 240 绞距,并且“L”表示电缆绞距:

$$[0157] \quad l' = \frac{12}{\frac{12}{L} + \frac{12}{l}}$$

[0158] 假设电缆 120-1 中的第一个包括具有 0.30 英寸 (7.62 毫米) 的预定绞距的绞合线对 240a、具有 0.40 英寸 (10.16 毫米) 的预定绞距的绞合线对 240b、以及具有 0.60 英寸 (15.24 毫米) 的预定绞距的绞合线对 240d。如果第一电缆 120-1 以 4.00 英寸的总电缆绞距绞合以成为电缆 120-1'，绞合线对 240 的预定绞距如下面所述变紧：绞合线对 240a' 的合成绞距变为大约 0.279 英寸 (7.087 毫米)，绞合线对 240c' 的合成绞距变为大约 0.364 英寸 (9.246 毫米)，绞合线对 240b' 的合成绞距变为大约 0.444 英寸 (11.278 毫米)，并且绞合线对 240d' 的合成绞距变为大约 0.522 英寸 (13.259 毫米)。

[0159] 1. 最小的电缆绞距变化量

[0160] 诸如图 11A 中所示电缆 120-1 的相邻电缆 120 可以按照不同的绞距随机或非随机地绞合，并且它们绞距之间的变化量可限制在一定范围内，以便使电缆 120 之间的各平行绞合线对 240 的发生最小化。在上面的实例中，其中第一电缆 120-1 以 4.00 英寸 (101.6 毫米) 的绞距绞合，以变成电缆 120-1'，相邻的第二电缆 120-1 可按照从至少 4.00 英寸 (101.6mm) 开始的最小量变化的不同总绞距绞合，从而使得其绞合线对 240'' 的合成绞距不至于太接近而变得与电缆 120-1' 的绞合线对 240' 平行。

[0161] 例如，图 11A 中所示的第二电缆 120-1 以 3.00 英寸 (76.2 毫米) 的绞距绞合，以成为电缆 120-1''。以用于电缆 120-1'' 的 3.00 英寸 (76.2 毫米) 的绞距，电缆 120-1'' 的绞合线对的合成绞距变成下面情况：绞合线对 240a'' 为 0.273 英寸 (6.934 毫米)，绞合线对 240c'' 为 0.353 英寸 (8.966 毫米)，绞合线对 240b'' 为 0.429 英寸 (10.897 毫米)，以及绞合线对 240d'' 为 0.500 英寸 (12.7 毫米)。相邻电缆 120-1'，120-1'' 的电缆绞距之间的变化量越大，导致电缆 120-1'，120-1'' 相应的各自绞合线对 240'，240'' 的绞距之间的差异越大。

[0162] 因此，图 11A 中所示的相邻电缆 120-1 应当以特有的绞距绞合，该绞距在沿至少预定距离（诸如 10 米的电缆 120 区段）上的彼此的平均电缆绞距不至于太相似。由于具有以至少最小变化量变化的电缆绞距，相应的绞合线对 240 被构造为不平行或者不在一定范围内变为平行。因此，由于相应的绞合线对 240 具有不同的合成绞距，且相应的绞合线对 240 保持为不过于接近以达到平行铺设位置，电缆 120 之间的外部串扰被最小化。在一些实施例中，相邻电缆 120 的电缆绞距以不小于彼此的预定量的方式变化。在一些实施例中，相邻电缆 120 具有单独的电缆绞距，其以不小于彼此的平均独立绞距的预定量的方式变化，所述平均独立绞距沿大致纵向延伸部分的至少预定距离计算出来。在一些实施例中，该预定量为大约加上或减去 10%。在一些实施例中，该预定距离大约为 10 米。

[0163] 2. 最大的电缆绞距变化量

[0164] 诸如图 11B 中所示电缆 120-1'，120-1'' 的相邻电缆 120 可以被构造为通过具有不超过一定的最大变化量变化的特有电缆绞距而使外部串扰最小化。通过对相邻电缆 120-1'，120-1'' 的绞距之间的变化量进行限制，电缆 120-1'，120-1'' 的非对应的各自绞合线对 240（例如，电缆 120-1' 的绞合线对 240' 和电缆 120-1'' 的绞合线对 240''）被防止变成大致平行。换句话说，电缆绞距变化极限防止了电缆 120-1'' 的绞合线对 240d'' 的合成绞距变成与电缆 120-1' 的绞合线对 240a''，240b''，240c'' 的合成绞距大致相等。绞距极限可以如此设置，以使得电缆 120-1' 的每个绞合线对 240' 的绞距在沿着电缆 120-1'，120-1'' 的纵向轴线的任何横截面的位置处不大于电缆 120-1'' 的一个绞合线对

240" 的绞距。

[0165] 因此,对最大电缆绞距变化量的限制防止了相邻电缆 120 的单独绞合线对 240 绞距变化太大。如果相邻电缆 120 中的一个与另一电缆 120 的扭绞率相比绞合得过于紧密,随后相邻电缆 120 的非对应绞合线对 240 可能变成大致平行,其将不希望地加剧相邻电缆 120 之间的外部串扰的影响。

[0166] 在上面给出的实例中,其中电缆 120-1' 包括 4.00 英寸 (101.6 毫米) 的总电缆绞距,如果以大约 1.71 英寸 (43.434 毫米) 的电缆绞距螺旋式地绞合,电缆 120-1" 将绞合得过于紧密。以 1.71 英寸 (43.434 毫米) 的绞距,电缆 120-1" 的绞合线对 240" 的合成绞距变成以下情况:绞合线对 240a" 为 0.255 英寸 (6.477 毫米),绞合线对 240c" 为 0.324 英寸 (8.230 毫米),绞合线对 240b" 为 0.287 英寸 (7.290 毫米),并且绞合线对 240d" 为 0.444 英寸 (11.278 毫米)。尽管电缆 120-1', 120-1" 的相应绞合线对 240', 240" 现在比它们在电缆 120-1" 以 3.00 英寸 (76.2 毫米) 绞合时在合成绞距上具有更大的变化量,但是电缆 120-1', 120-1" 的一些非相应的绞合线对 240', 240" 已经变得大致平行。这增大了电缆 120-1', 120-1" 之间的外部串扰。特别是,电缆 120-1' 的绞合线对 240b' 的合成绞距近似等于电缆 120-1" 的绞合线对 240d" 的合成绞距。

[0167] 因此,电缆 120 应当螺旋式地绞合,以使得它们各自的扭绞率不造成电缆 120 之间的绞合线对 240 变得大致平行。由于平行情况可以在所述范围内的一些点处显而易见,这在总电缆绞距在特定范围内逐渐增大或减小时尤为重要。例如,电缆 120 绞距可以被限制在不使它们的绞合线对 240 的绞距超过一定的合成绞距界限的范围内。由于仅在一定的电缆绞距范围内绞合电缆 120,电缆 120 的非相应绞合线对 240 不会变得大致平行。因此,相邻电缆 120 可以如此配置,以使得一个绞合线对 240 的合成绞距不大于另一电缆 120 的一个合成绞合线对 240 的绞距。例如,只有电缆 120 的相应绞合线对 240 应当具有相同的绞距。在一些实施例中,相邻电缆 120 中的一个绞合线对 240d 将不会变得与另一相邻电缆 120 的绞合线对 240a, 240b 和 240c 平行。

[0168] 在一些实施例中,用于电缆 120 的电缆绞距的最大变化量界限根据用于电缆 120 的每个绞合线对 240 的最大变化量界限确立。例如,假设第一电缆 120 包括具有下列绞距的绞合线对 240a, 240b, 240c, 240d:绞合线对 240a 为 0.30 英寸 (7.62 毫米),绞合线对 240c 为 0.50 英寸 (12.7 毫米),绞合线对 240b 为 0.70 英寸 (17.78 毫米),以及绞合线对 240d 为 0.90 英寸 (22.86 毫米)。第一电缆 120 的扭绞率可以由用于电缆 120 的绞合线对 240 的绞距的一定的最大变化量界限限制。

[0169] 例如,在一些实施例中,第一电缆 120 的绞距应当不会造成绞合线对 240d 的绞距小于 0.81 英寸 (20.574 毫米)。绞合线对 240b 的合成绞距将不会变得小于 0.61 英寸 (15.494 毫米)。绞合线对 240c 的合成绞距将不会变得小于 0.41 英寸 (10.414 毫米)。通过将各绞合线对 240 的绞距限制在特定范围内,相邻布置的电缆 120 的非相应绞合线对 240 不会变成大致平行。因此,限制了电缆 120 之间的外部串扰的影响。

[0170] 因此,电缆 120 可以被构造为使电缆绞距在一定的最小值和最大值范围内。特别是,每个电缆 120 应当在由最小变化量和最大变化量界定的范围内绞合。最小变化量边界有助于防止电缆 120 的相应绞合线对 240 大致平行。最大变化量边界有助于防止电缆 120 的非对应绞合线对 240 变得彼此大致平行,从而降低电缆 120 之间的外部串扰的影响。

[0171] 3. 任意电缆绞合

[0172] 如上面所讨论, 电缆 120 可以随机或非随机地沿至少预定长度绞合。这不但有助于使相邻电缆 120 之间的间隔最大化, 而且有助于确保相邻布置的电缆 120 不会具有彼此平行的绞合线对 240。至少, 电缆 120 的变化的电缆绞距有助于使平行绞合线对 240 的情况达到最少。优选地, 电缆 120 的电缆绞距在至少预定长度上变化, 同时保持在上述讨论过的最大和最小电缆绞距变化量范围之内。

[0173] 电缆 120 以连续增大或连续减小的绞距螺旋式地绞合, 从而使得其绞合线对的绞距在预定长度上连续增大或连续减小, 以使得当电缆 120 或绞合线对 240 的预定长度被分成两个子部并且该子部被布置成彼此相邻时, 随后在子部的任意相邻点处, 每一子部的最靠近的绞合线对 240 具有不同的绞距。这通过确保相邻电缆 120 之间的最靠近的绞合线对 240 具有不同的绞距、即不平行而降低了外部串扰。

[0174] 当电缆 120 经受总绞合时, 扭绞率在沿着预定长度的任一特定点处均匀地施加到绞合线对 240 上。然而, 因为初始绞距为上述讨论过的公式中的一因子, 从每个绞合线对 240 的初始绞距向合成绞距的变化将稍有不同。图 1 示出了以不同的绞距分别绞合的两个相邻电缆 120。

[0175] 图 12 示出了施加到根据一个实施例的电缆 120 上的扭绞率的变化图。横轴表示一段长度的电缆 120, 其被分成预定的长度。竖轴表示总电缆 120 的绞合紧度。如图 12 中所示, 扭绞率在电缆 120 的一定长度 (v)、优选地在预定长度上连续增大。在一定长度 ($1v$) 的末端, 扭绞率迅速回到较松的扭绞率, 并且至少在紧邻的预定长度 ($2v$) 上连续增大。该绞合模式形成图 12 中所示的锯齿图。通过变化如图 12 中所示的扭绞率, 沿预定长度的电缆 120 的任何部分 (或区段) 均可以被分成不具有相同扭绞率的部分。

[0176] 电缆绞距应当至少在预定长度上变化。优选地, 该预定长度至少约等于通过电缆 120 传输的信号的一个基本波长的长度。这给予了完成整个循环的足够的基本波长的长度。基本波长的长度取决于传输信号的频率。在一些示例性实施例中, 基本波长的长度大约为 3 米。另外, 众所周知, 循环特性的情况是附加的, 并且如果存在循环问题的话, 需要注意多波长。然而, 通过确保在一到三波长距离上的一些随机形式, 循环问题可以最小化甚至暂时消除。在一些实施例中, 需要检查较长的波长, 以确保随机性。

[0177] 因此, 在一些实施例中, 预定长度至少等于大约一个基本波长的长度, 但不超过传输信号的大约三个基本波长的长度。因此, 在一些实施例中, 该预定长度大约为 3 米。在其它实施例中, 该预定长度大约为 10 米。

[0178] J. 性能测定

[0179] 在一些实施例中, 电缆 120 以接近和超过 20 千兆比特 / 秒的通过量传输数据。在一些实施例中, 100 米长度的电缆 120 的香农信道容量大于大约 20 千兆比特 / 秒, 并且在数字信号处理时没有任何外部串扰缓解的性能。

[0180] 例如, 在一个实施例中, 电缆组 100 包括在大约一百米长度上布置为彼此纵向相邻的七个电缆 120。电缆 120 如此布置, 以使得一根居中布置的电缆 120 被其它六根电缆 120 围绕。在该结构中, 电缆 120 以接近和超过 20 千兆比特 / 秒的速度传输高速数据信号。

[0181] VI. 替换实施例

[0182] 上述说明为例举性和非限制性的。对于本领域的技术人员来说, 在阅读上述说明

的基础上,除了所提供的实例之外的许多实施例和应用是显而易见的。本发明的范围不应当参照上述说明确定,而应当参照所附权利要求和该权利要求所赋予的等效物的全部范围确定。可以预期,进一步的改进将发生在电缆结构中,并且本发明将被结合在这种进一步的实施例中。

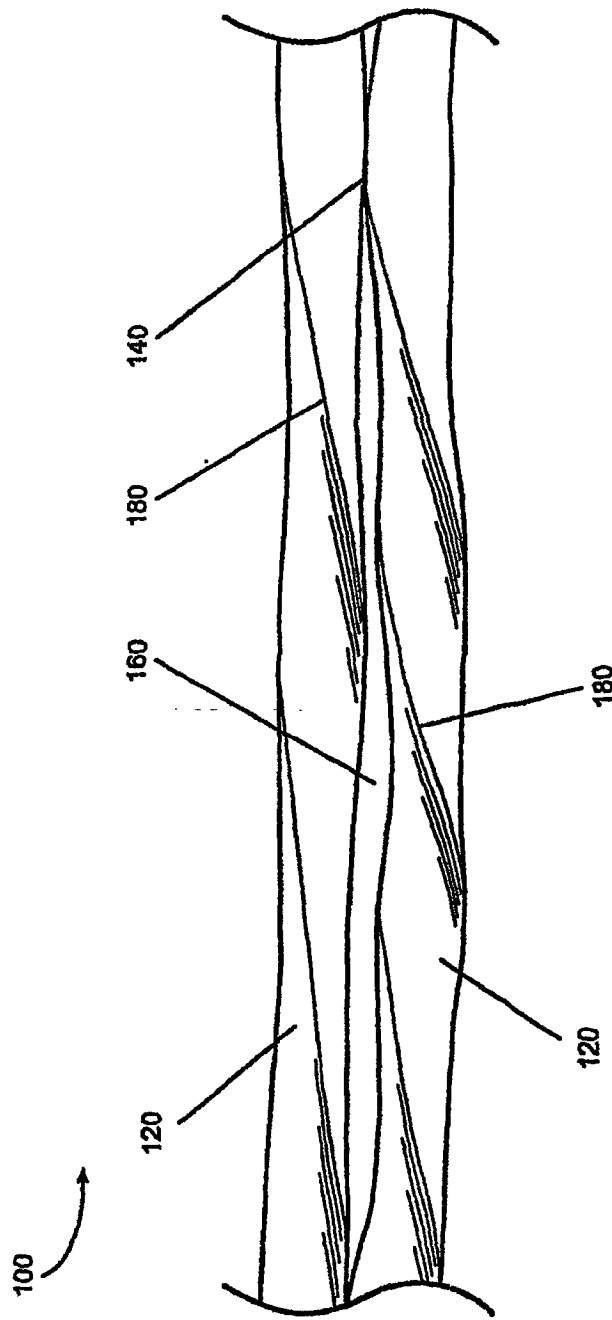


图 1

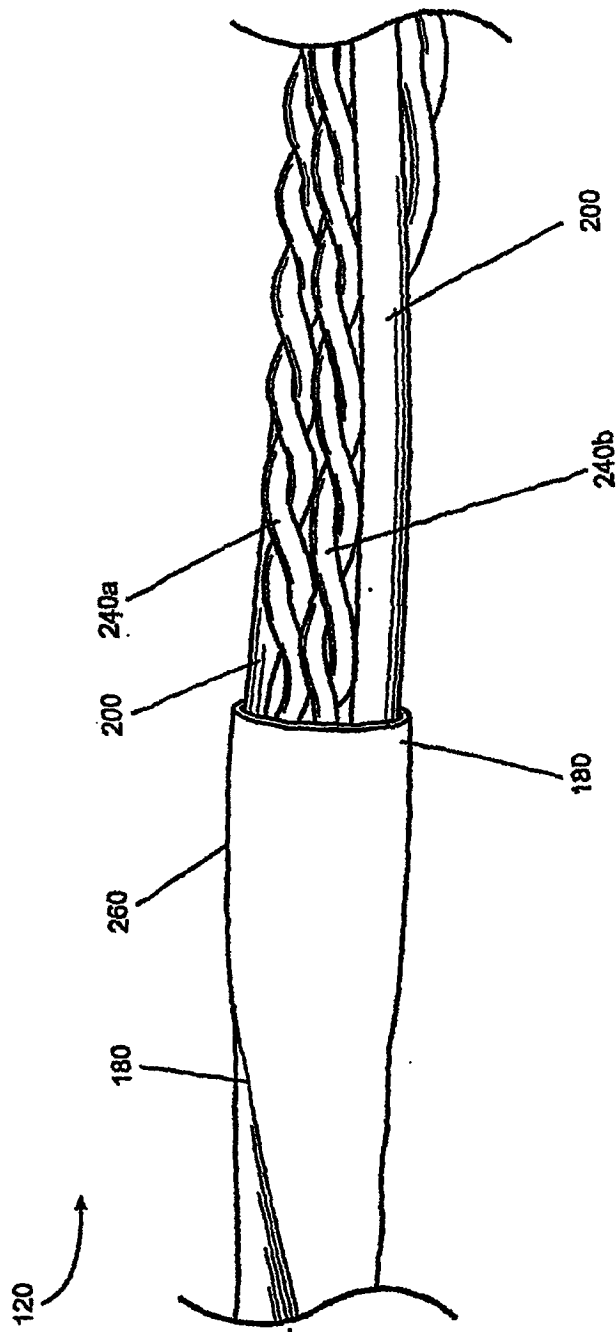


图 2

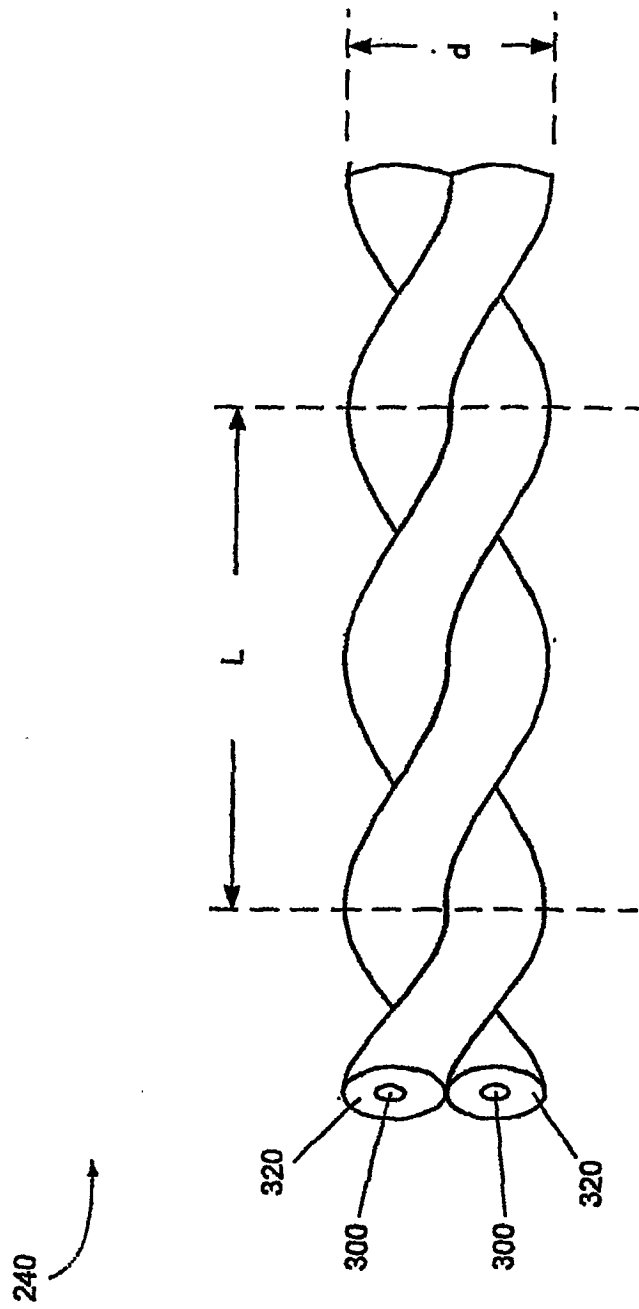


图 3

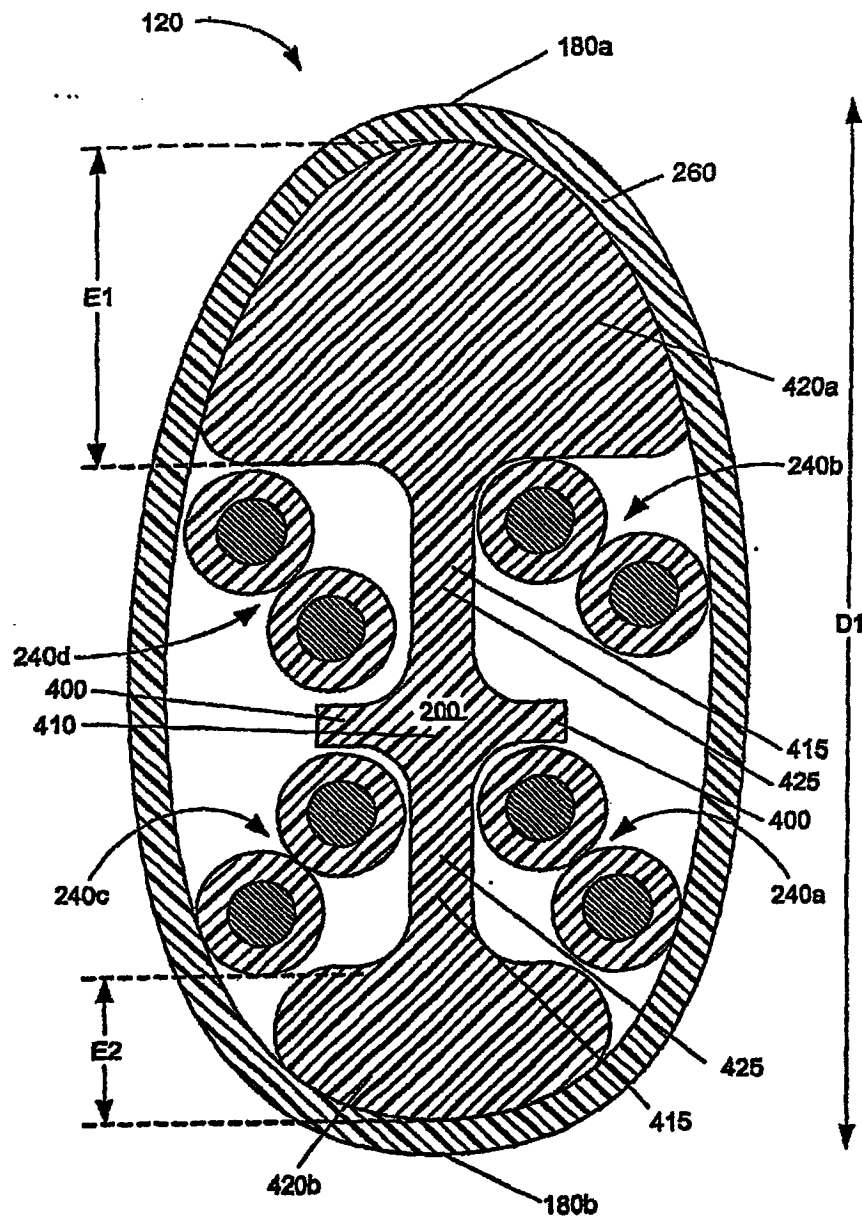


图 4A

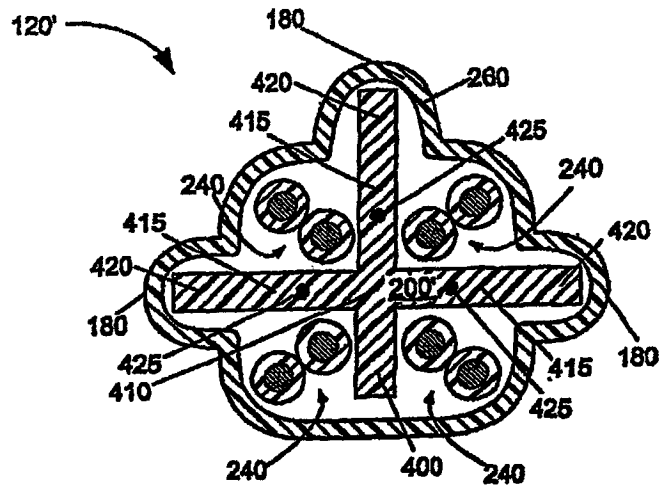


图 4B

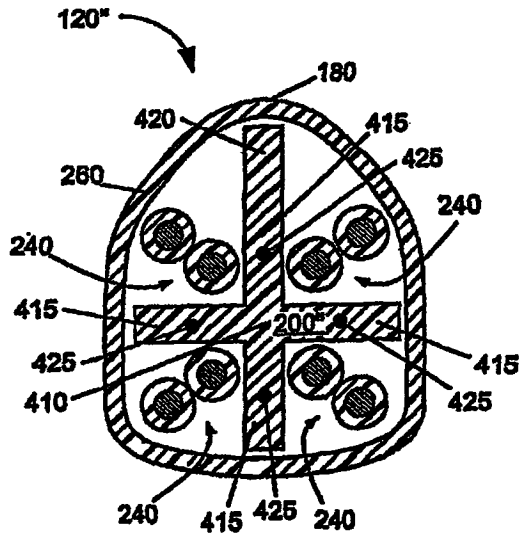


图 4C

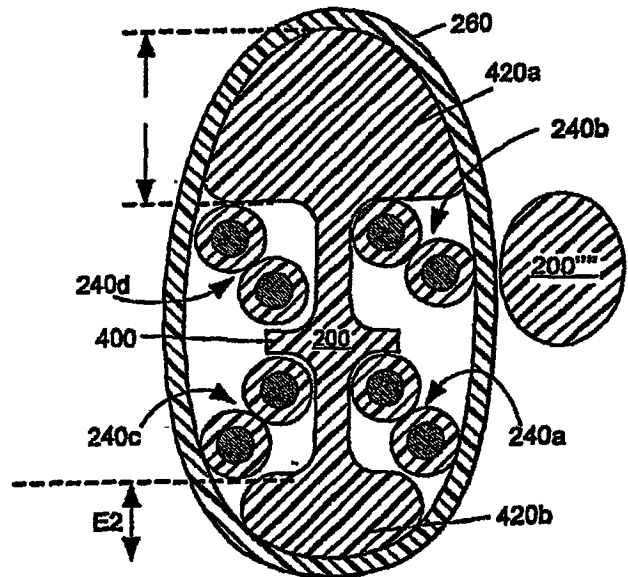


图 4D

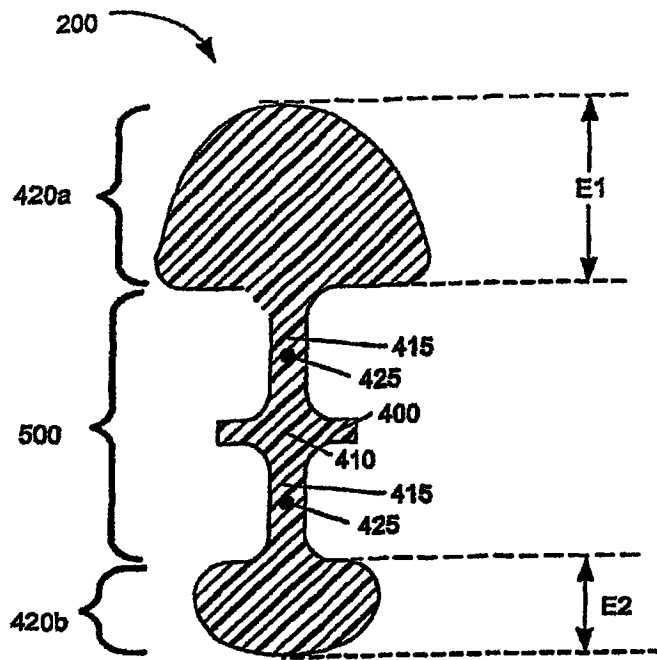


图 5A

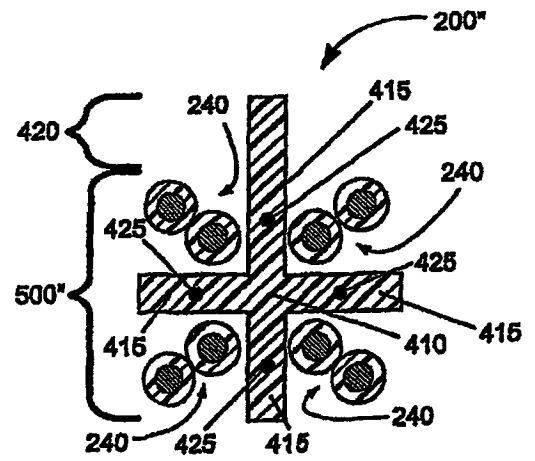


图 5B

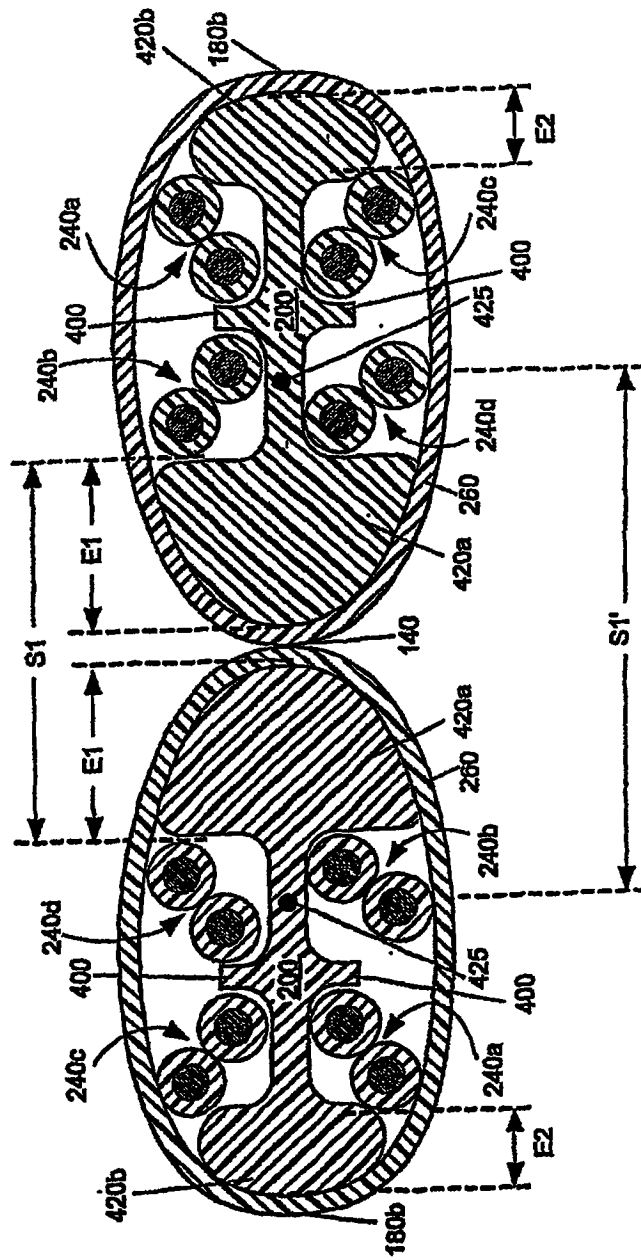


图 6A

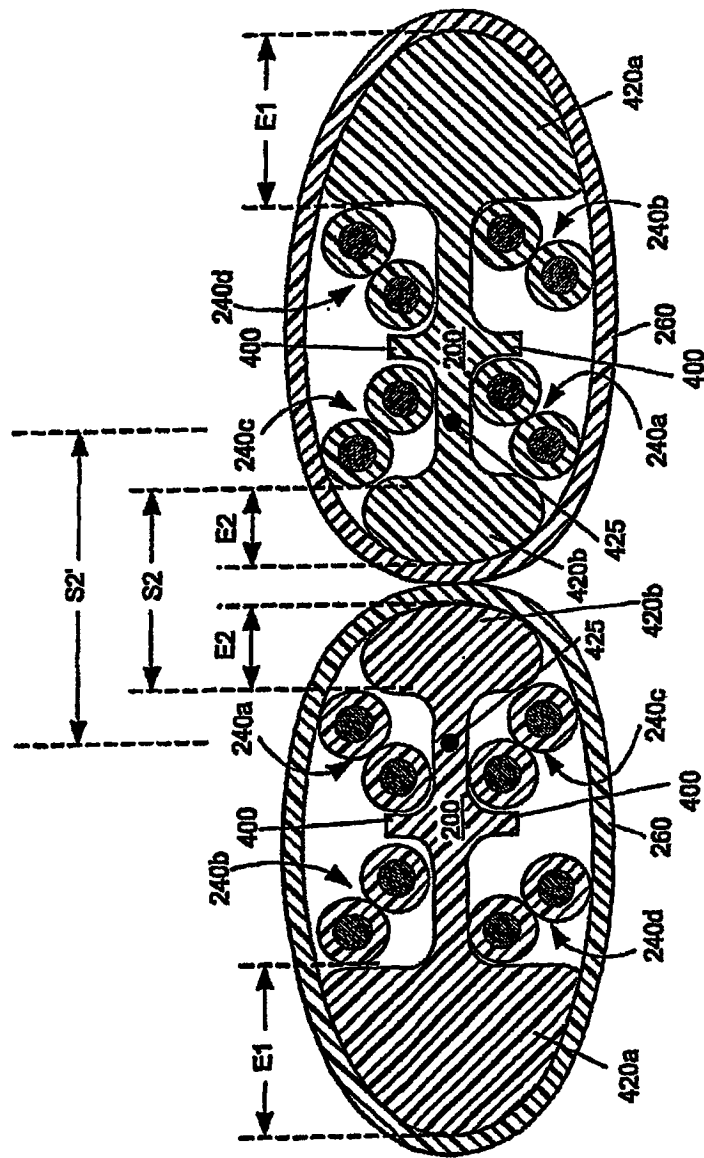


图 6B

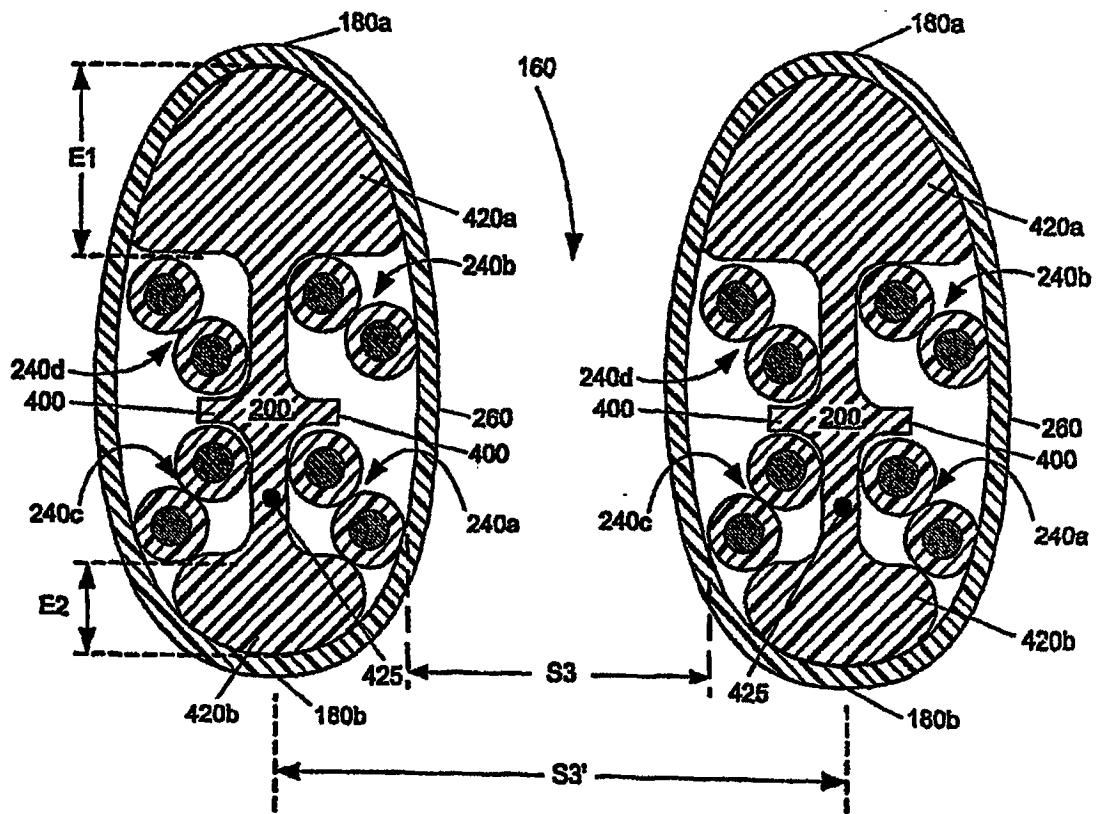


图 6C

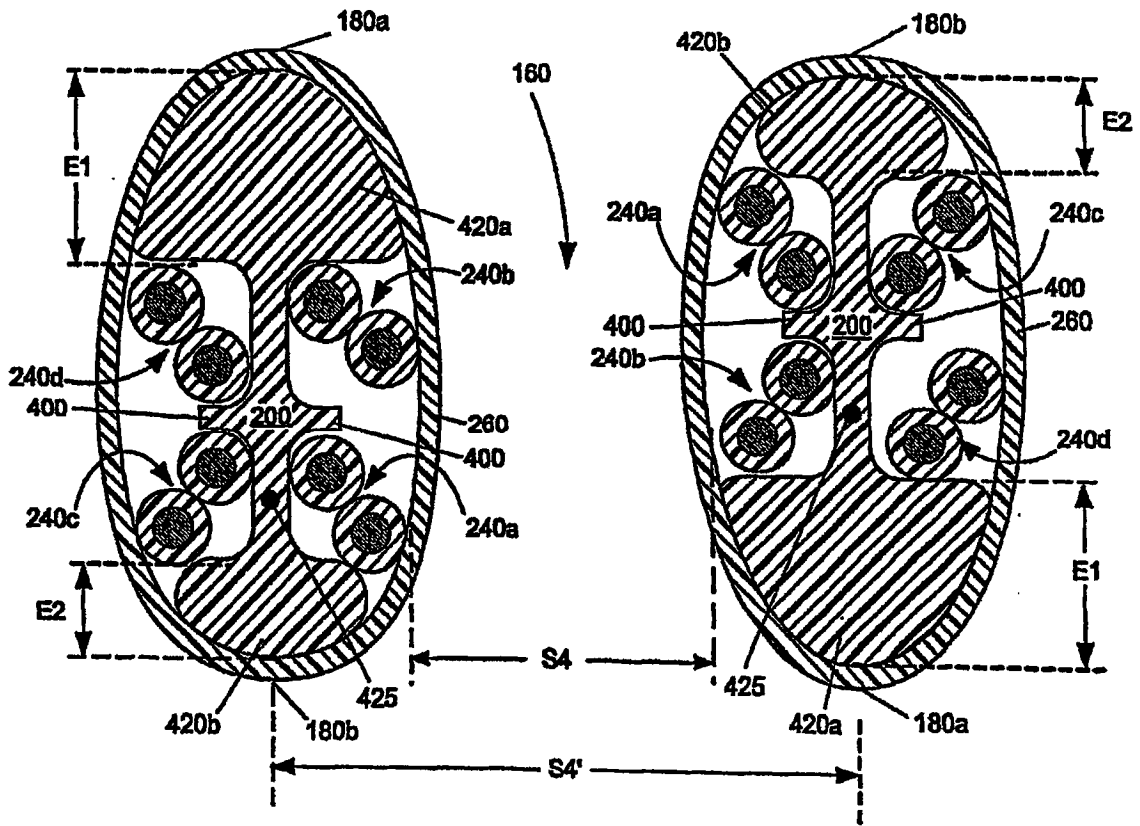


图 6D

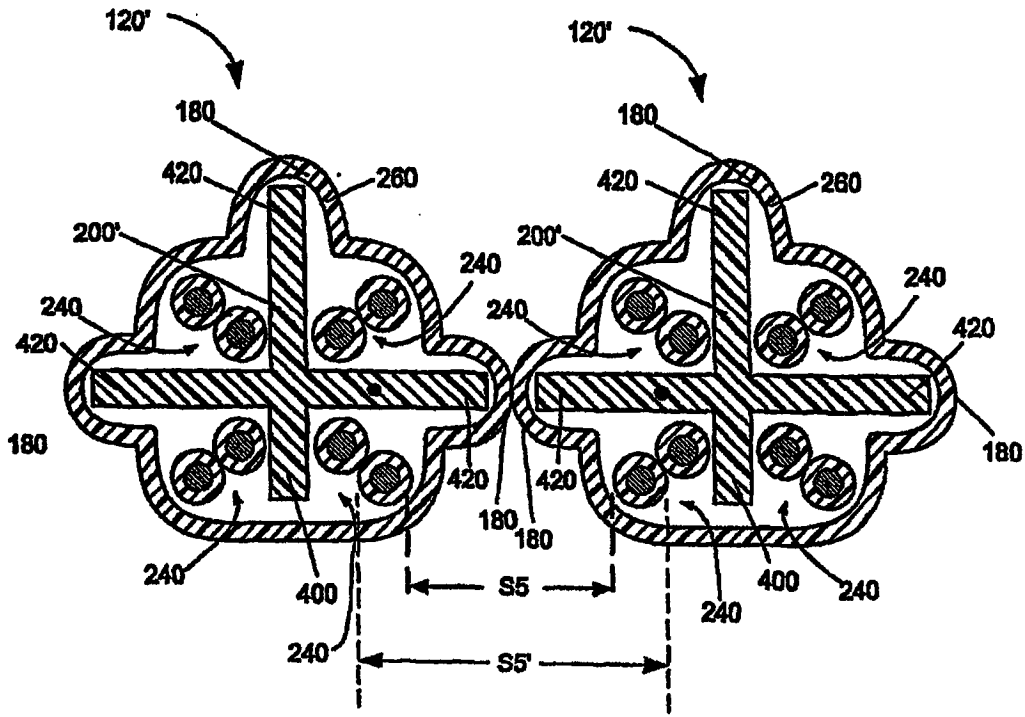


图 7

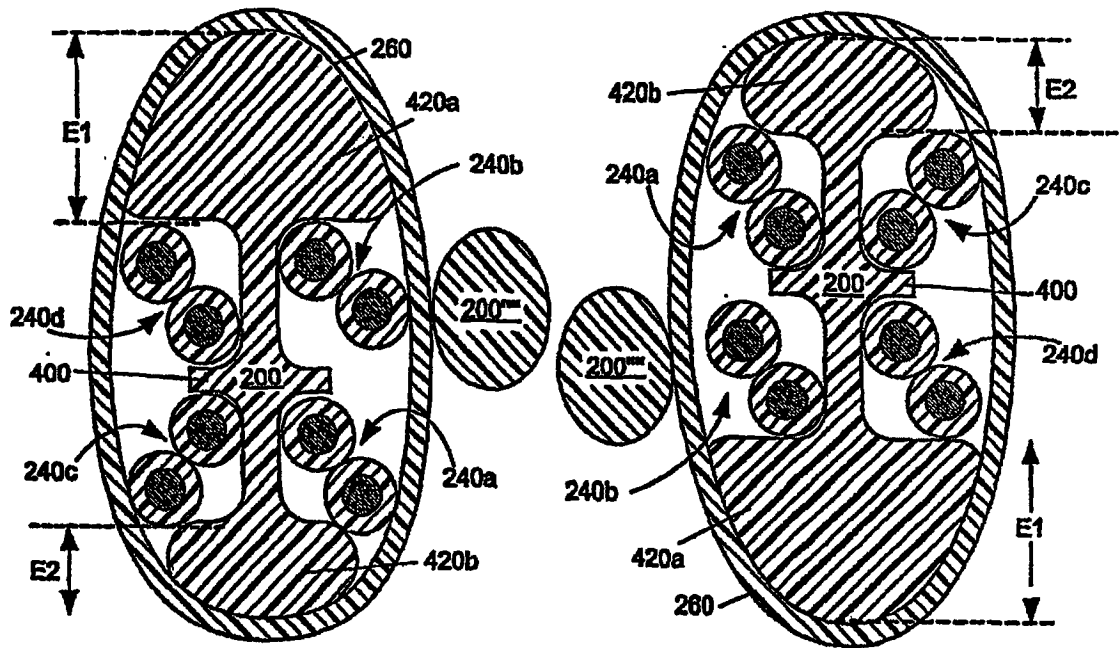


图 8

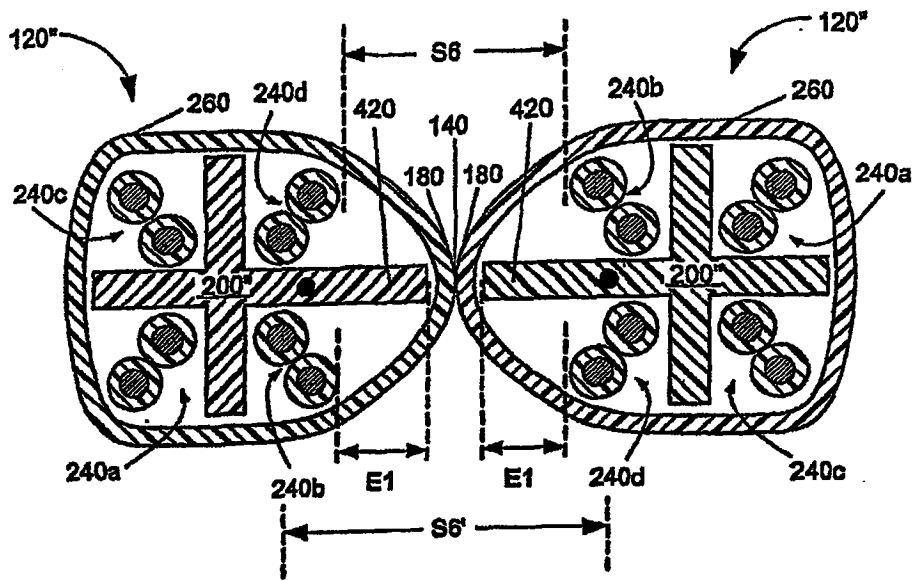


图 9A

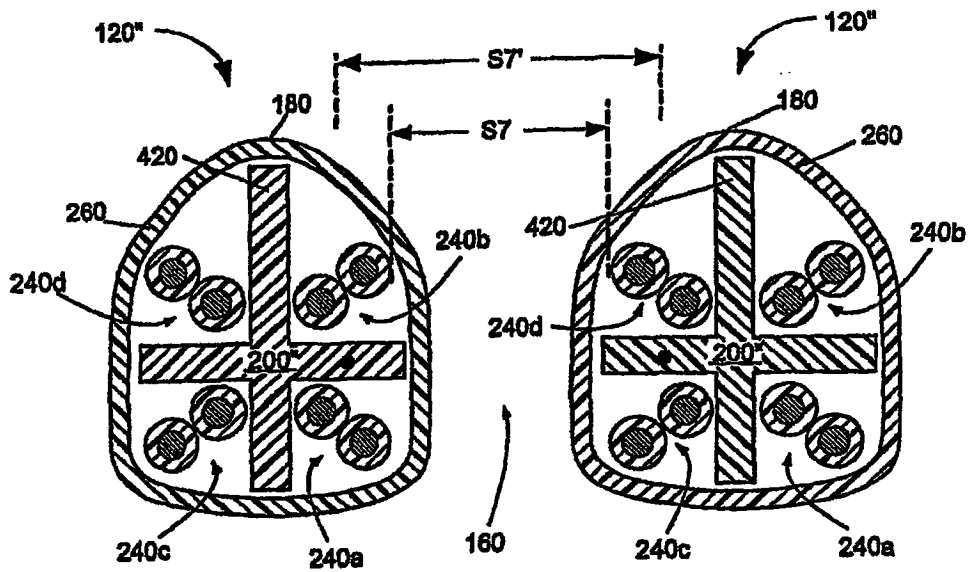


图 9B

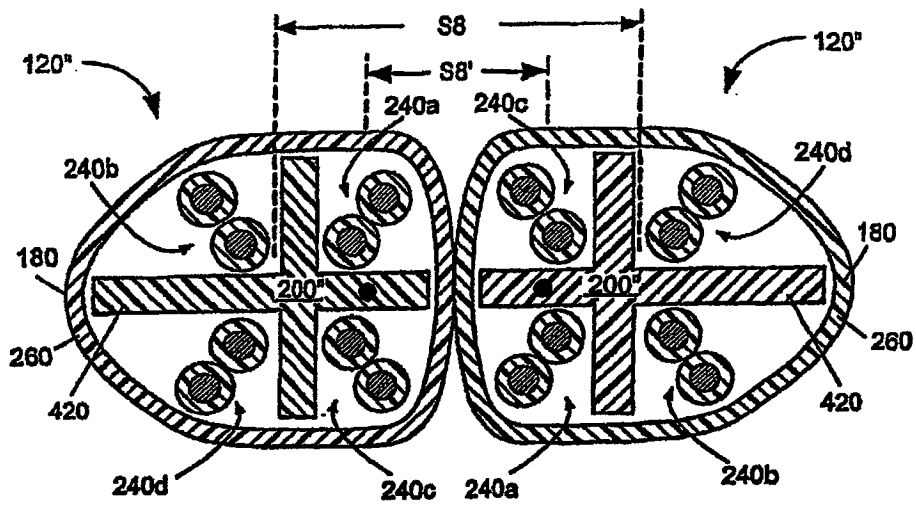


图 9C

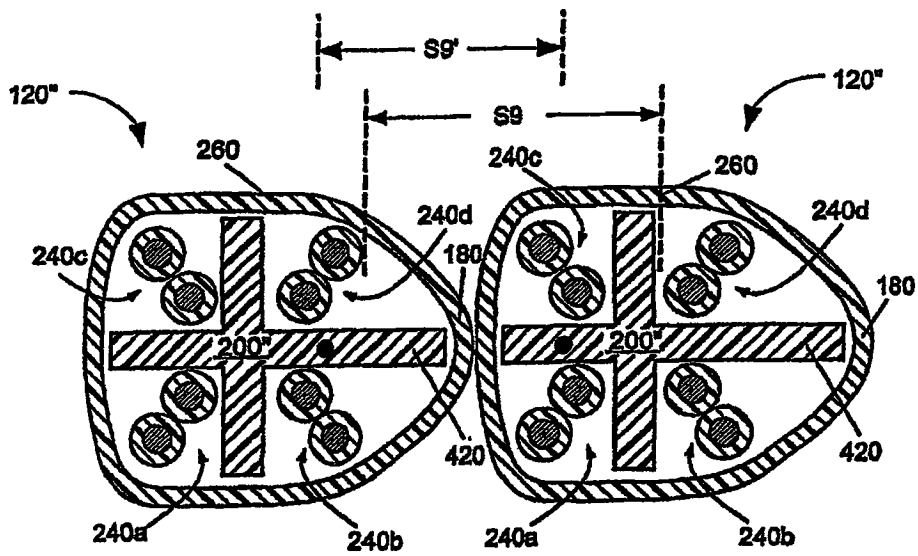


图 9D

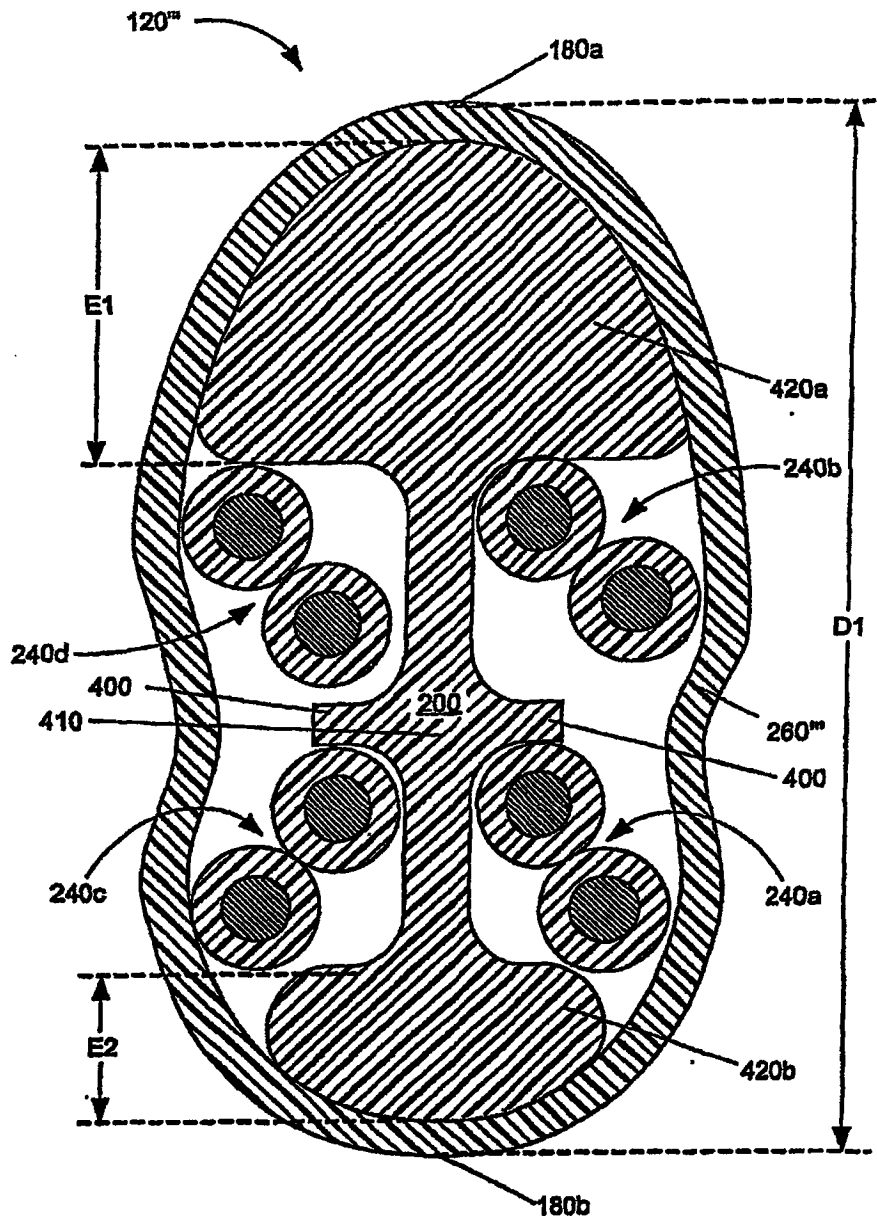


图 10

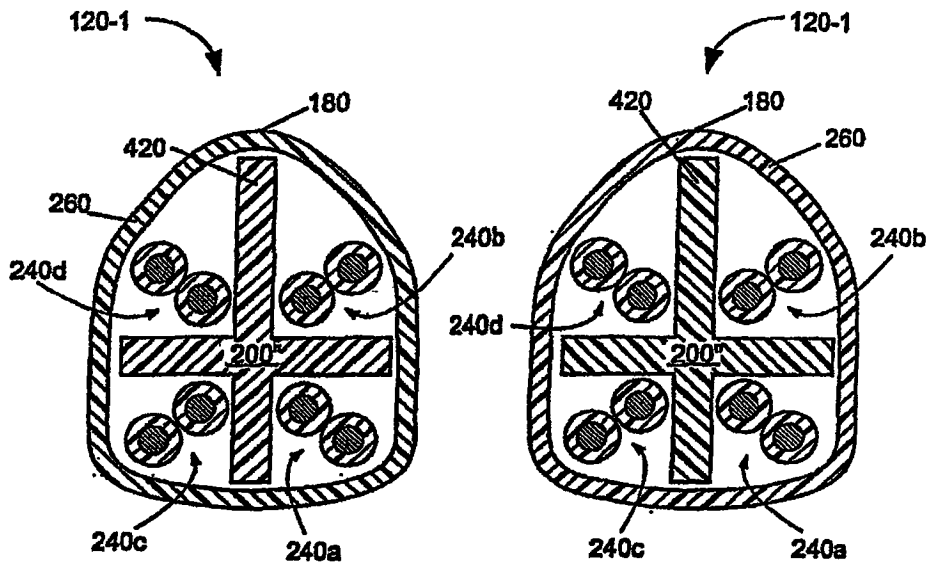


图 11A

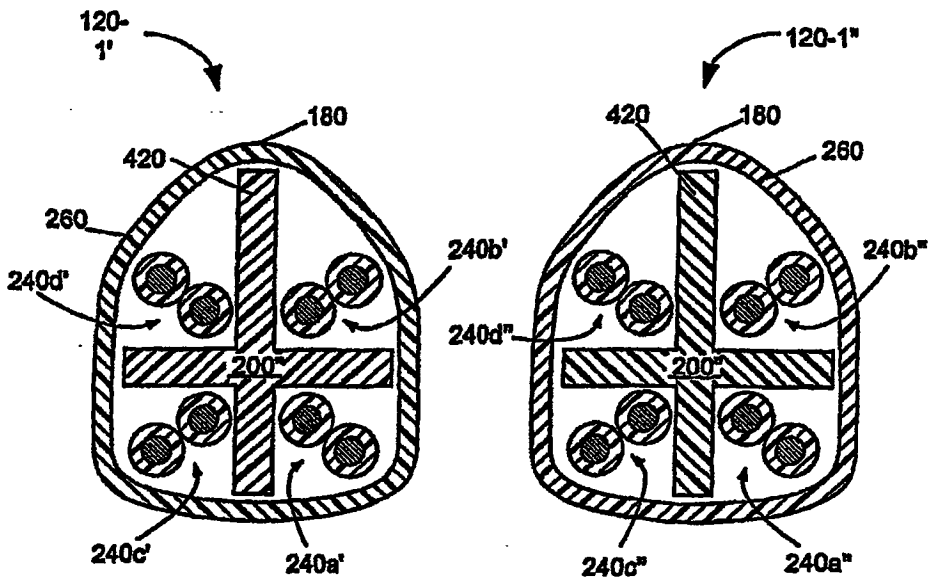


图 11B

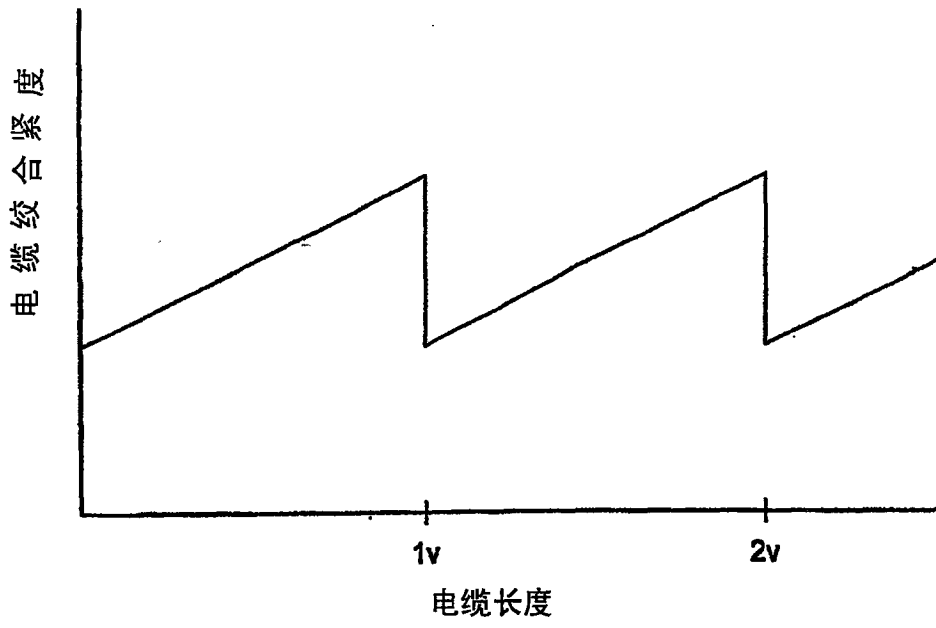


图 12